



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

Σχολή Γεωπονικών Επιστημών

**Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού
Περιβάλλοντος**

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«Αειφόρος Αγροτική Παραγωγή και Διαχείριση Περιβάλλοντος»

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ: ΖΙΖΑΝΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ



«Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και της επίδρασης διαφόρων
ζιζανιοκτόνων στην ανάπτυξη του βέλιουρα (*Sorghum halepense* (L.)
Pers.)».

Μώκου Βασιλική

Βόλος, 2019

«Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και της επίδρασης διαφόρων ζιζανιοκτόνων στην ανάπτυξη του βέλιουρα (*Sorghum halepense* (L.) Pers.)».

Μώκου Βασιλική

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

- 1. Ανέστης Καρκάνης, Επίκουρος Καθηγητής,** Γνωστικό αντικείμενο: Ζιζανιολογία.
- 2. Νικόλαος Δαναλάτος, Καθηγητής,** Γνωστικό αντικείμενο: Γεωργία-Οικολογία Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας.
- 3. Νικόλαος Τσιρόπουλος, Καθηγητής,** Γνωστικό αντικείμενο: Χημεία, ανάλυση και προσδιορισμός οργανικών ουσιών.

Βόλος, 2019

Copyright © Μώκου Βασιλική, 2019.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διατριβής, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης.

Η έγκριση της Μεταπτυχιακής Διατριβής Ειδίκευσης από το Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δε δηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

Πρόλογος

Στην συγκεκριμένη μεταπτυχιακή διατριβή αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα μεταφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων έναντι του βέλιουρα. Επίσης, ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην αξιολόγηση της δράσης των συγκεκριμένων ζιζανιοκτόνων στα ριζώματα του βέλιουρα.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Επίκουρο Καθηγητή κ. Ανέστη Καρκάνη τόσο για την ανάθεση του θέματος όσο και για την συνεχή καθοδήγηση κατά την διάρκεια της διεξαγωγής του πειράματος αλλά και της συγγραφής της μεταπτυχιακής μου διατριβής.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τους Καθηγητές κ. Νικόλαο Τσιρόπουλο και κ. Νικόλαο Δαναλάτο για τις πολύτιμες συμβουλές τους, αλλά και για τον χρόνο που διέθεσαν για την μελέτη της μεταπτυχιακής μου διατριβής.

Περίληψη

Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε κατά την περίοδο Δεκέμβριος 2017-Σεπτέμβριος 2018 στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βελεστίνο, αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα διαφόρων ζιζανιοκτόνων έναντι του βέλιουρα. Ο βέλιουρας (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) αποτελεί ένα πολυετές, αγρωστώδες ζιζάνιο, που δημιουργεί σοβαρές απώλειες στην παραγωγή και καταπολεμάται δύσκολα λόγω του μεγάλου ριζικού συστήματος που διαθέτει και των ριζωμάτων τα οποία σχηματίζει. Αναπτύσσεται καλύτερα σε θερμά κλίματα και μπορεί να αναπαραχθεί είτε από σπόρο είτε από ριζώματα. Στην προκειμένη μελέτη εξετάστηκαν τεμαχισμένα ριζώματα 3 κόμβων που τοποθετήθηκαν σε φυτοδοχεία. Ως γνωστόν τα φυτά του βέλιουρα που προέρχονται από ριζώματα είναι πιο ανταγωνιστικά και δημιουργούν μεγαλύτερα προβλήματα. Ωστόσο οι μέθοδοι αντιμετώπισής του ποικίλουν, με την χημική καταπολέμηση όμως να κατέχει πρωταρχικό ρόλο, αφού είναι και η πιο αποτελεσματική. Γι' αυτό τον λόγο, στο συγκεκριμένο πείραμα εξετάστηκαν κάποια εγκεκριμένα για τον βέλιουρα ζιζανιοκτόνα ώστε να διαπιστωθεί το πως δρουν στο υπέργειο τμήμα του, αλλά και στο ριζικό του σύστημα. Οι δραστικές ουσίες που εξετάστηκαν ήταν οι εξής: το fluazifop-P-butyl, το nicosulfuron, το glyphosate και το quizalofop-p-ethyl. Για το κάθε ζιζανιοκτόνο εφαρμόστηκαν 5 διαφορετικές δόσεις: η xa (μικρότερη συνιστώμενη δόση), η xb (μεγαλύτερη συνιστώμενη δόση), η 2xb (διπλάσια της xb), η 4xb (τετραπλάσια της xb) και η 8xb (οχταπλάσια της xb). Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν ο αριθμός των πράσινων και ξηρών βλαστών, το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος, των ριζωμάτων και του ριζικού συστήματος. Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν, τα πιο δραστικά ζιζανιοκτόνα βρέθηκαν να είναι το quizalofop-p-ethyl και το glyphosate για το υπέργειο τμήμα του βέλιουρα και τα quizalofop-p-ethyl, fluazifop-P-butyl και glyphosate για το ριζικό του σύστημα, ενώ το nicosulfuron αποδείχθηκε το λιγότερο αποτελεσματικό για τον έλεγχο του βέλιουρα.

Summary

In a study that carried out between December 2017 and September 2018 at the University of Thessaly in Velestino the efficacy of various herbicides in *Sorghum halepense* (L.) plants was evaluated. *Sorghum halepense* is a perennial weed that causes serious damage in several crops and it is difficult to be managed due to its root system. In this study, were placed segments of rhizome in each pot and were applied the following herbicides: fluazifop-P-butyl, nicosulfuron, glyphosate and quizalofop-p-ethyl in five different doses (xa, xb, 2xb, 4xb and 8xb). Then, the number of fresh and dry stems, the dry weight of the aboveground part of plants, the dry weight of rhizomes and the root system were measured. The results indicate that quizalofop-p-ethyl and glyphosate were the most effective herbicides for the aboveground part of this weeds, while quizalofop-p-ethyl, fluazifop-P-butyl and glyphosate were the most effective herbicides against the root system. Finally, nicosulfuron was the least effective for the control of johnsongrass.

«Εγώ η Μώκου Βασιλική, είμαι η συγγραφέας αυτής της Μ.Δ.Ε. Αυτή η Μ.Δ.Ε. αντικατοπτρίζει την έρευνα που έγινε από εμένα και δεν έχει υποβληθεί (εξ ολοκλήρου ή μέρος της) σαν προπτυχιακή διατριβή ή Μ.Δ.Ε. ή ως μέρος Διδακτορικής Διατριβής σε αυτό ή άλλο Προπτυχιακό ή Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Ιδρυμάτων Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης του εσωτερικού ή εξωτερικού. Όποια συνεργασία καθώς και το μέγεθος αυτής δηλώνονται επακριβώς στο αντίστοιχο πεδίο αυτής της διατριβής. Επίσης έχω διαβάσει όλες τις βιβλιογραφικές αναφορές που παρατίθενται στο τέλος».

«Ως επιβλέπων της έρευνας που περιγράφεται σε αυτή τη διατριβή, δηλώνω ότι όλοι οι όροι του Εσωτερικού Κανονισμού του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος έχουν τηρηθεί από την κα Μώκου Βασιλική».

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	iv
Κεφάλαιο 1ο: Εισαγωγή-Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας	1
1.1 Βέλιουρας-Γενικά.....	1
1.1.1. Μορφολογία	3
1.1.2. Κλιματικές Απαιτήσεις.....	3
1.1.3. Αρνητική Δράση.....	4
1.2. Βέλιουρας-Καταπολέμηση.....	5
1.2.1. Προληπτικά Μέτρα.....	5
1.2.2. Μέθοδοι Καταπολέμησης.....	6
1.2.3. Χημική Καταπολέμηση.....	7
1.3. Ζιζανιοκτόνα.....	9
1.3.1. Fluazifop-p-butyl.....	9
1.3.2. Nicosulfuron.....	10
1.3.3. Glyphosate.....	11
1.3.4. Quizalofop-p-ethyl.....	13
1.3.5. Imazamox.....	14
1.3.6. Foramsulfuron.....	16
1.3.7. Cycloxydim.....	17
Κεφάλαιο 2ο: Υλικά και Μέθοδοι.....	18
2.1. Πειραματικός αγρός.....	18
2.2. Πειραματικό σχέδιο.....	18
2.3. Καλλιεργητικά στοιχεία.....	20
2.4. Μετρήσεις.....	22
2.5. Μετεωρολογικά δεδομένα.....	24
2.6. Στατιστική επεξεργασία δεδομένων.....	27
Κεφάλαιο 3ο: Αποτελέσματα.....	28
3.1. Ποσοστό Ξηρών Βλαστών.....	28
3.1.1. Fluazifop-p-butyl.....	28

3.1.2. Nicosulfuron.....	30
3.1.3. Glyphosate.....	32
3.1.4. Quizalofop-p-ethyl.....	35
3.1.5. Συνολικό Ποσοστό Ξηρών Βλαστών στις 42 ΗΜΕ.....	36
3.2. Αριθμός Πράσινων Βλαστών.....	38
3.2.1. Fluazifop-p-butyl.....	38
3.2.2. Nicosulfuron.....	40
3.2.3. Glyphosate.....	42
3.2.4. Quizalofop-p-ethyl.....	44
3.2.5. Συνολικό Αριθμός Πράσινων Βλαστών στις 103 ΗΜΕ.....	47
3.3. Ξηρό Βάρος Υπέργειου Τμήματος.....	48
3.3.1. Fluazifop-p-butyl.....	48
3.3.2. Nicosulfuron.....	49
3.3.3. Glyphosate.....	51
3.3.4. Quizalofop-p-ethyl.....	52
3.3.5. Συνολικό Ξηρό Βάρος Υπέργειου Τμήματος στις 42 ΗΜΕ και 103 ΗΜΕ.....	53
3.4. Ξηρό Βάρος Ριζωμάτων.....	55
3.4.1. Fluazifop-p-butyl.....	55
3.4.2. Nicosulfuron.....	56
3.4.3. Glyphosate.....	56
3.4.4. Quizalofop-p-ethyl.....	57
3.4.5. Συνολικό Ξηρό Βάρος Ριζωμάτων στις 103 ΗΜΕ.....	58
3.5. Ξηρό Βάρος Ριζικού Συστήματος.....	59
3.5.1. Fluazifop-p-butyl.....	59
3.5.2. Nicosulfuron.....	59
3.5.3. Glyphosate.....	61
3.5.4. Quizalofop-p-ethyl.....	61
3.5.5. Συνολικό Ξηρό Βάρος Ριζικού Συστήματος στις 103 ΗΜΕ.....	62
Κεφάλαιο 4ο: Συζήτηση.....	64
4.1. Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και της επίδρασης των ζιζανιοκτόνων..	64
4.2. Συμπεράσματα.....	68
Βιβλιογραφία.....	69

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: Εισαγωγή-Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

1.1 Βέλιουρας-Γενικά

Ο βέλιουρας (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) ή αλλιώς Johnsongrass είναι ένα αγρωστώδες, πολυετές, εαρινό ζιζάνιο που ανήκει στην οικογένεια Poaceae και καταπολεμάται δύσκολα (Scarabel et al., 2014; Valverde and Gressel, 2006). Αποτελεί ένα φυσικό υβρίδιο των *S. bicolor* και *S. propinquum* και είναι ένα C4 φυτό που έχει καταγραφεί ως το 6^ο πιο καταστροφικό ζιζάνιο παγκοσμίως, σε 30 διαφορετικές καλλιέργειες σε 53 χώρες (Valverde and Gressel, 2006; Mouftah and Smith, 1969). Είναι ευρέως διαδεδομένο σε όλον τον κόσμο καθώς προκαλεί σοβαρές απώλειες στην παραγωγή, ενώ κατανέμεται σχεδόν στο ένα τρίτο της παγκόσμιας έκτασης (Ασία, Αμερική, Αφρική, Ευρώπη, Αυστραλία) (Chirita et al., 2008). Μόνο στην Ανταρκτική δεν έχει παρατηρηθεί λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών που επικρατούν (Holm et al., 1991). Ενώ στην χώρα μας θεωρείται αρκετά επιζήμιο σε φυτά μεγάλης καλλιέργειας, σε δενδρώδεις καλλιέργειες και στο αμπέλι (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης, 2009).

Είναι κυρίως ένα αυτογονιμοποιούμενο είδος που αναπαράγεται με σπόρο και με ριζώματα, έτσι καταφέρνει και εξαπλώνεται σε μεγάλες αποστάσεις (Warwick and Black, 1983). Ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά του είναι η ικανότητά του να αναγεννιέται από κομμένα τεμάχια ριζωμάτων (Holm et al., 1997). Τα τεμαχισμένα αυτά ριζώματα μπορούν να μετακινηθούν εύκολα όπως και ο σπόρος με την βοήθεια οχημάτων, μηχανημάτων, ανθρώπων κ.α. (Chambers and Hawkins, 2002), ενώ ο σπόρος μεταδίδεται με την βοήθεια των ζώων, του νερού αλλά και του ανθρώπου (λόγω της χρήσης του ως ζωοτροφή) (Holm et al., 1991). Ακόμη μπορεί να μεταφερθεί εύκολα με την βοήθεια του ανέμου και διάφορων εντόμων αλλά και με φυτικά υπολείμματα (Kaur and Soodan, 2017; Morrell et al., 2005).

Λόγω του εκτεταμένου και βαθύ ριζικού συστήματος καταφέρνει και χρησιμοποιεί τα διαθέσιμα θρεπτικά και το νερό, έτσι περιορίζει την υγρασία και τα θρεπτικά που λαμβάνουν οι καλλιέργειες. Σε συνδυασμό με την απελευθέρωση των τοξικών ουσιών καταφέρνει και μειώνει την απόδοση των καλλιεργειών (Mitskas et al., 2003). Τέτοιες τοξικές ουσίες αποτελούν κάποιες χημικές ουσίες που υπάρχουν εντός ή εκτός του εμβρύου όπως είναι για παράδειγμα οι ενώσεις τανίνης που

καταφέρνουν και αναστέλλουν τη βλάστηση των σπόρων αφού δεν επιτρέπουν στο νερό να διαπεράσει το περίβλημα του σπόρου (Bennet, 1973; Taylorson and McWorther, 1969). Η διακοπή του λήθαργου μπορεί να γίνει με πολλούς τρόπους όπως για παράδειγμα με μηχανική επεξεργασία του σπόρου, με χημικές διαδικασίες και εμβάπτιση σε ζεστό νερό (Mohammadi et al., 2013; Krenchinski et al., 2015; Podrug et al., 2011).

Ο ανταγωνισμός του *S. halepense* μπορεί να μειώσει τη μέση απόδοση στο βαμβάκι έως 70%, στο καλαμπόκι έως 88-100%, στο ζαχαροκάλαμο έως 69% και στην σόγια έως 59-88% (Williams and Hayes, 1984; Bridges and Chandler, 1987; Mitskas et al., 2003; Barroso et al., 2016; Bendixen, 1986). Καταπολεμάται όμως δύσκολα λόγω των πολλών ριζωμάτων που παράγει, για παράδειγμα ένα μόνο φυτό βέλιουρα έχει τη δυνατότητα παραγωγής 60-90 ριζωμάτων ανά τετραγωνικό μέτρο σε μία καλλιεργητική περίοδο και μπορεί να παράγει 94-229 κόμβους μετά από 10 εβδομάδες ανάπτυξης (McWhorter and Jordan, 1976), αλλά και λόγω του μεγάλου αριθμού σπόρων που παράγει (Warwick and Black, 1983). Επίσης εξαιτίας του λήθαργου του μπορεί να παραμείνουν βιώσιμοι μέχρι και το 60-70 % των σπόρων ακόμα και μετά από 25 χρόνια παραμονής στο έδαφος (Egley and Chandler, 1978). Επίσης η εκτεταμένη μονοκαλλιέργεια και η μη αποτελεσματική χρήση ζιζανιοκτόνων μπορεί να αποτελέσουν τους κύριους λόγους της εξάπλωσής του (Peerzada et al., 2017). Ακόμη πολύ σημαντικό ρόλο παίζουν ο λήθαργος και η μακροζωία των σπόρων (Arnold et al., 1992; Mohammadi et al., 2013; Monaghan, 1979).

Αν και θεωρείται ένα από τα πιο επιβλαβή ζιζάνια στις ΗΠΑ, τα τελευταία χρόνια έχει καλλιεργηθεί σε διασταύρωση με το είδος σόργου (*Sorghum bicolor*) που προορίζεται για παραγωγή βιοκαυσίμων φέρνοντας θετικά αποτελέσματα (Price et al., 2006; Habyarimana et al., 2018). Ακόμα βέβαια είναι σε πειραματικό στάδιο αφού πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη σημασία τόσο στην απόδοση όσο και στην ποιότητα αλλά και στον χρόνο συγκομιδής (Scordia et al., 2017; Baxter et al., 2014; Kludze et al., 2013; Monti et al., 2015).

1.1.1 Μορφολογία

Τα φύλλα του είναι στενά όρθια και μυτερά. Το έλασμα των φύλλων του είναι τραχύ, μακρύ, οδοντωτό στην περιφέρεια φέροντας χνούδι μερικές φορές (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης, 2009). Αποτελείται επίσης από έναν λείο, ερυθρό κολεό, ένα ευδιάκριτο-διογκωμένο κεντρικό νεύρο και από έναν όρθιο και ισχυρό βλαστό που μπορεί να φτάσει σε ύψος από 40 έως και 180 cm (Ελευθεροχωρινός, 2002).

Δεν υπάρχουν ωτία, αλλά υπάρχει μεμβρανώδες γλωσσίδιο το οποίο φέρει τρίχες στην βάση του. Έχει επίσης ωειδείς σπόρους που μπορεί να φτάσουν μέχρι και τους 80.000/φυτό και θυσανωτή ρίζα με χοντρά ριζώματα τα οποία χάνουν τη βλαστική τους ικανότητα όταν βρεθούν σε χαμηλές θερμοκρασίες και έντονη ξηρασία (Ελευθεροχωρινός, 2002; Βασιλάκογλου, 2004; Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης, 2009).

Η ταξιανθία του είναι φόβη μήκους 10-40 cm που φέρει επιμήκεις διακλαδώσεις (Ελευθεροχωρινός, 2002; Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης, 2009). Ανθοφορεί από τον Ιούνιο έως τον Αύγουστο, ενώ βλαστάνει από άνοιξη μέχρι καλοκαίρι (Βασιλάκογλου, 2004; Warwick and Black, 1983). Τα σταχύδια του φέρονται ανά δύο κατά μήκος των διακλαδώσεών του και ανά τρία στην κορυφή (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης, 2009).

1.1.2 Κλιματικές απαιτήσεις

Προσαρμόζεται καλύτερα σε θερμά κλίματα και αναπτύσσεται καλύτερα σε γόνιμα, πορώδη και υγρά εδάφη (Andújar et al. 2014, Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης, 2009). Προτιμάει εύκρατο, υποτροπικό κλίμα με βροχοπτώσεις και ζέστη, παρόλα αυτά καταφέρνει και επιβιώνει σε περιόδους ξηρασίας (McWorther, 1989). Η μέγιστη ανάπτυξη του έχει παρατηρηθεί στους 32 °C, ενώ η ελάχιστη στους 40°C, αφού οι υψηλές θερμοκρασίες αναστέλλουν την ανάπτυξη του φυτού και επηρεάζουν αρνητικά τη βλάστηση του ριζώματος του (Podrug et al., 2014; McWhorter and Jordan, 1976). Επίσης είναι ανθεκτικό στο κρύο αφού μπορεί να

επιβιώσει ακόμα και στους -10 °C. Συνήθως απαιτεί για τη βέλτιστη ανάπτυξή του ετήσια βροχόπτωση από 500 έως 700 mm (Peerzada et al., 2017).

Από την άλλη οι σπόροι απαιτούν θερμοκρασία πάνω από 10 °C ώστε να μπορέσουν να βλαστήσουν (Rout et al., 2013). Όμως η βέλτιστη θερμοκρασία βλάστησης είναι από τους 25-30 °C (Yazlik and Uremis, 2015). Το ιδανικό βάθος για το φύτευμα των σπόρων είναι από 0-4 cm, ενώ το μέγιστο φύτευμα των σπόρων παρατηρείται στο βάθος του 1 cm (Podrug et al., 2014). Επίσης, σύμφωνα με τους Rahimi et al. (2016) οι σπόροι έχουν την ικανότητα να επιβιώσουν ακόμα και μετά από τη διέλευσή τους από το πεπτικό σύστημα πτηνών.

Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι τα φυτά που προκύπτουν από ριζώματα είναι πιο ανταγωνιστικά και δημιουργούν πιο έντονο πρόβλημα σε σχέση με τα σπορόφυτα. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας της πιο πρώιμης εμφάνισής τους και της ταχύτερης ανάπτυξής τους (Mitskas et al., 2003). Η ευνοϊκότερη και μέγιστη θερμοκρασία για την βλάστηση των ριζωμάτων είναι 25-30 και 40 °C αντίστοιχα (Yazlik and Uremis, 2015). Επίσης, τα ριζώματα του βέλιουρα μπορούν να βλαστήσουν από βάθος 7-12 cm σε αμμώδη εδάφη και από 5-7 cm σε αργιλώδη (Warwick and Black, 1983).

1.1.3 Αρνητική Δράση

Από μελέτες που έχουν γίνει έχει αποδειχθεί ότι το ριζικό σύστημα του βέλιουρα απελευθερώνει κάποιες αλληλοπαθητικές φαινολικές ενώσεις όπως για παράδειγμα την τρικίνη και την διοσμετίνη. Οι συγκεκριμένες ενώσεις μπορούν να απελευθερωθούν μέσω των ριζικών εκκριμάτων σε διάφορα στάδια της ανάπτυξης του και αποτελούν ουσίες με ανασταλτική δράση τόσο για τις καλλιέργειες όσο και για τη μικροβιακή χλωρίδα του εδάφους (Huang et al., 2015).

Μία ακόμη ουσία που περιέχουν τα φύλλα και οι βλαστοί είναι ο γλυκοζίτης δουρίνη, ο οποίος διασπώμενος από ένα ένζυμο παράγει το υδροκυάνιο που είναι θανατηφόρο για τον άνθρωπο και τα ζώα (Ελευθεροχωρινός, 2002; Βασιλάκογλου, 2004; Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης, 2009). Η δουρίνη είναι μία αλληλοπαθητική ένωση που δρα εμποδίζοντας την λειτουργία της αλυσίδας

μεταφοράς ηλεκτρονίων με αποτέλεσμα να μην επιτρέπει σε κυτταρικό επίπεδο την απορρόφηση του οξυγόνου (Weston et al., 1989; Nellis, 1997; Nicollier et al., 1983).

Επιπλέον η ουσία sorgoleone και τα παράγωγά που παράγονται από τα ριζικά τριχίδια αναστέλλουν τη φωτοσύνθεση, τη σύνθεση των ενζύμων, την μιτοχονδριακή αναπνοή και την πρόσληψη θρεπτικών ουσιών (Meazza et al., 2002; Czarnota et al., 2001; Lin et al., 2011). Επίσης η συγκεκριμένη ουσία με την δράση της επηρεάζει εκτός από τα ζιζάνια, τις καλλιέργειες αλλά και κάποια είδη μυκήτων (Czarnota et al., 2001; Kagan et al., 2003; Qinghui et al., 2009).

Ιδιαίτερο πρόβλημα όμως αποτελεί και η ύπαρξη επιβλαβών εντόμων στον βέλιουρα που δημιουργούν επιπτώσεις σε καλλιέργειες όπως είναι το καλαμπόκι και ο σόργος (Vega et al., 1995). Επίσης αποτελεί ξενιστή παθογόνων για διάφορες καλλιέργειες, όπως για παράδειγμα είναι ο ιός του μωσαϊκού που προσβάλλει καλλιέργειες καλαμποκιού (Vega et al., 1995; Holm et al., 1997; Rout et al., 2013).

1.2 Βέλιουρας-Καταπολέμηση

Για την ανάπτυξη στρατηγικών διαχείρισης του βέλιουρα είναι αρκετά σημαντικό αρχικά η κατανόηση της αναπαραγωγικής του βιολογίας (Dincer et al., 2010; Sohrabi et al., 2014). Όπως φαίνεται και παρακάτω έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες με μηχανικές, βιολογικές και χημικές μεθόδους για την καταπολέμηση του (Keeley et al., 1987; Fei-Yong et al., 2015; Chiang et al., 1989).

1.2.1 Προληπτικά μέτρα

Η πρόιμη σπορά έχει αποδειχτεί αποτελεσματική στη μείωση εμφάνισης του βέλιουρα σε καλλιέργειες βαμβακιού και καλαμποκιού (Vidotto et al., 2016). Επίσης, η αμειψισπορά και η χρήση καλλιεργειών με ανταγωνιστική ικανότητα βρέθηκαν να βοηθούν σημαντικά στην μείωση παραγωγής σπόρων και ριζωμάτων (Gasso et al., 2017; Andújar et al., 2014). Προσοχή όμως θα πρέπει να δίνεται και στην μεταφορά σπόρων και ριζωμάτων από αγρό σε αγρό, αλλά και να καθαρίζονται σωστά οι ελκυστήρες και ο εξοπλισμός τους (Peerzada et al., 2017).

1.2.2 Μέθοδοι Καταπολέμησης

Μηχανική

Ο βέλιουρας μπορεί να ελεγχθεί με βοτανίσματα όταν πρόκειται για περιπτώσεις χαμηλής προσβολής σε συνδυασμό με σκαλίσματα στα πρώτα στάδια του (2-3 εβδομάδων) (Uva et al., 1997). Η αμειψισπορά επίσης μπορεί να φανεί αρκετά αποτελεσματική για την καταπολέμηση του σε αρδευόμενες καλλιέργειες (Martín et al., 2016). Ακόμη η έκθεση των ριζωμάτων στον ήλιο κατά την διάρκεια του καλοκαιριού και η καταστροφή τους με συχνή άροση είναι αρκετά αποτελεσματικές (Warwick and Black, 1983).

Επίσης σε πείραμα που έγινε σε καλλιέργεια πιπεριάς στην Τουρκία αλλά και σε εκτάσεις με λεύκες στην Ισπανία βρέθηκε ότι η χρήση καλλιεργητή και στη συνέχεια η συλλογή των ριζών που βγήκαν στην επιφάνεια βοήθησε αρκετά στην μείωση του βέλιουρα (Arpaci et al., 2016; Martín et al., 2016).

Βιολογική

Για την βιολογική καταπολέμηση του βέλιουρα αποτελεσματικά έχουν βρεθεί τα παθογόνα *Exserohilum turcicum*, *Colletotrichum graminicola* και *Gloeocercospora sorghi* σε καλλιέργειες καλαμποκιού και σόργου (Chiang et al., 1989). Σύμφωνα επίσης με τους Tilley και Walker (2002) ο εμβολιασμός του βέλιουρα με το *Curvularia intermedia* κατάφερε να μειώσει σημαντικά το ξηρό βάρος του ζιζανίου προκαλώντας φλύκταινες και νεκρώσεις αυξάνοντας έτσι στο 86% την θνησιμότητά του.

Ένα ακόμη παράδειγμα αποτελεί ο εμβολιασμός του *S. halepense* με το *Sporisorium cruentum* που αποτελεί έναν μύκητα που μπορεί να προσβάλει και να δημιουργήσει μεγάλο πρόβλημα στον βέλιουρα. Μετά από τον εμβολιασμό του ζιζανίου με τον συγκεκριμένο μύκητα παρατηρήθηκε η δημιουργία χλωρωτικών κηλίδων και η ύπαρξη ψηλού ποσοστού ανθοκυανών στα μολυσμένα φύλλα κάνοντάς το έτσι μη ανταγωνιστικό (Gasso et al., 2017).

Σε άλλο πείραμα, σύμφωνα με τον Subhashini (2012) έγινε η απομόνωση 2 στελεχών (SI και SII) του βακτηρίου *Streptomyces* spp. από φυτό καπνού. Από τα δύο αυτά στελέχη χρησιμοποιήθηκαν αποικίες 3 και 9 ημερών για την αντιμετώπιση του βέλιουρα και τα αποτελέσματα που έφεραν ήταν θετικά καθώς υπήρξε μία σημαντική μείωση του ξηρού βάρους.

Τέλος η λεύκα έχει αναφερθεί ως ένα φυσικό 'εμπόδιο' για τον βέλιουρα λόγω του ισχυρού ριζικού συστήματός της και της σκιάς που δημιουργεί (Fortier et al., 2011; Friend et al., 1991). Μεγάλο ενδιαφέρον επίσης αποτελεί η καταστολή που προκαλείται από το μαύρο ραπανάκι (*Raphanus sativus* var. Niger) και την ελαιοκράμβη (*Brassica napus* L.) που φτάνει έως και 90% (Uremis et al., 2009).

1.2.3 Χημική Καταπολέμηση

Στην Ελλάδα κάποιες δραστικές που είναι εγκεκριμένες για την καταπολέμηση του βέλιουρα είναι οι εξής: το clethodim, το glyphosate, το isoxaflutole, το imazethapyr κ.α. Τρεις σουλφονυλουρίες που έχουν εφαρμοστεί στην χώρα μας δίνοντας καλά αποτελέσματα χωρίς να προκαλούν ζημιές στην καλλιέργεια είναι το rimsulfuron, το foramsulfuron και το nicosulfuron (Eleftherohorinos and Kotoula-Syka, 1995; Damalas and Eleftherohorinos, 2001).

Σε πρόσφατη έρευνα οι Karkanis et al. (2018) μελέτησαν τη δραστηριότητα κάποιων ζιζανιοκτόνων έναντι στον βέλιουρα. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι τα bentazone, linuron και pendimethalin δεν επηρέασαν την ανάπτυξη του βέλιουρα, ενώ το ζιζανιοκτόνο fluazifop-P-butyl κατάφερε να καταπολεμήσει τον βέλιουρα σε ποσοστό >65%.

Ακόμη στην καλλιέργεια βαμβακιού για την καταπολέμηση του βέλιουρα βρέθηκε αρκετά αποτελεσματική η χρήση glufosinate + clethodim και clethodim + pyriithiobac όταν ήταν σε ύψος 15 cm (Meyer et al., 2015). Ενώ σύμφωνα με τους Winton-Daniels et al. (1990) αρκετά αποτελεσματικές στην καταπολέμηση του είναι οι διαδοχικές προφυτρωτικές εφαρμογές με fenoxaprop, fluazifop-P-butyl, haloxyfop, quizalofop-p-ethyl και sethoxydim.

Ανθεκτικότητα

Η χημική καταπολέμηση του βέλιουρα είναι ιδιαίτερα δύσκολη λόγω της ανθεκτικότητας που έχει αναπτύξει σε αρκετά ζιζανιοκτόνα (Johnson and Norsworthy, 2014). Τα προβλήματα ανθεκτικότητας συνήθως συσχετίζονται με τον χρόνο εφαρμογής των ζιζανιοκτόνων και τις δόσεις που χρησιμοποιούνται (Uremis et al., 2009). Ιδιαίτερο πρόβλημα σε παγκόσμιο επίπεδο αποτελεί το glyphosate (Landry et al., 2016). Έχει βρεθεί επίσης ανθεκτικότητα (στις συνιστώμενες δόσεις) στα εξής: nicosulfuron, foramsulfuron, primisulfuron-methyl, clethodim, fluazifop και imazethapyr σε ΗΠΑ, Χιλή, Μεξικό και Βενεζουέλα (Johnson et al., 2014).

Για την μείωση του κινδύνου ανθεκτικότητας η έγκαιρη παρατήρηση είναι πολύ σημαντική καθώς και η χρήση διαφορετικών ζιζανιοκτόνων ή ακόμη και μειγμάτων αυτών (Peerzada et al., 2017). Αφού ως γνωστόν μείγματα ζιζανιοκτόνων με διαφορετικό τρόπο δράσης μειώνουν τον κίνδυνο για ανθεκτικότητα (Beckie and Reboud, 2009; Norsworthy et al., 2012). Η χρήση μειγμάτων (2 ή περισσότερων ζιζανιοκτόνων) επίσης ωφελεί τους καλλιεργητές λόγω της αποτελεσματικής διαχείρισης του ζιζανίου σε λιγότερο χρόνο αλλά και λόγω της μείωσης του κόστους παραγωγής (Damalas, 2004).

Ολοκληρωμένη αντιμετώπιση

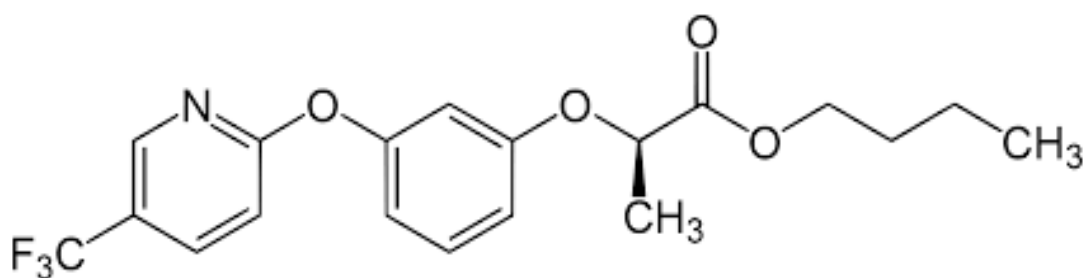
Η αποτελεσματικότητα των ζιζανιοκτόνων μπορεί να ενισχυθεί με τον συνδυασμό κάποιων καλλιεργητικών πρακτικών όπως για παράδειγμα με τη μείωση των αποστάσεων μεταξύ των γραμμών. Κάτι τέτοιο ακολουθείται για το nicosulfuron (Nalewaja, 1999; Nosratti et al., 2007). Ένα ακόμη παράδειγμα είναι ο συνδυασμός βαθιάς άροσης με glyphosate (0,98 kg ανά ha) σε περιοχές με βροχή (Zahoor et al., 2015). Η ολοκληρωμένη αντιμετώπιση μπορεί να μειώσει την χρήση ζιζανιοκτόνων άρα και το κόστος παραγωγής (Nosratti et al., 2007; Gianessi, 2013).

1.3 Ζιζανιοκτόνα

Στο κεφάλαιο αυτό δίνονται πληροφορίες για τα ζιζανιοκτόνα fluazifop-P-butyl, nicosulfuron, glyphosate και quizalofop-p-ethyl τα οποία αποτελούν αντικείμενο μελέτης της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας. Ακόμη εξετάζονται και κάποια ακόμη εγκεκριμένα ζιζανιοκτόνα για τον βέλιουρα που είναι τα εξής: imazamox, foramsulfuron και cycloxydim.

1.3.1 Fluazifop-P-butyl

Το fluazifop-P-butyl (Σχήμα 1) ανήκει στα αρυλοξυφαινοξυαλκανοϊκά οξέα (-fops) οξέα που συμπεριλαμβάνονται στους παραεμποδιστές της καρβοξυλάσης του ακετυλο-CoA (Ζιώγας και Μάρκογλου, 2010). Ανακαλύφθηκε από τον Ishihara Sangyo Kaisha και χρησιμοποιήθηκε αρκετά στο παρελθόν για την καταπολέμηση αγρωστωδών ζιζανίων (Haga et al., 1987; Hatterman et al., 2006). Δρα αρχικά αναστέλλοντας την ACCase και στην πορεία δημιουργώντας οξειδωτικό στρες (Carve et al., 2018). Στα αγρωστώδη ζιζάνια μετακινείται στους φυτικούς ιστούς μέσω των αγγείων του ηθμού και του ξύλου και στη συνέχεια συσσωρεύεται στο μερίστωμα, ενώ στα πολυετή συσσωρεύεται στους στόλωνες και στο ρίζωμα (Ζιώγας και Μάρκογλου, 2010).



Σχήμα 1. Χημική δομή του fluazifop-P-butyl.

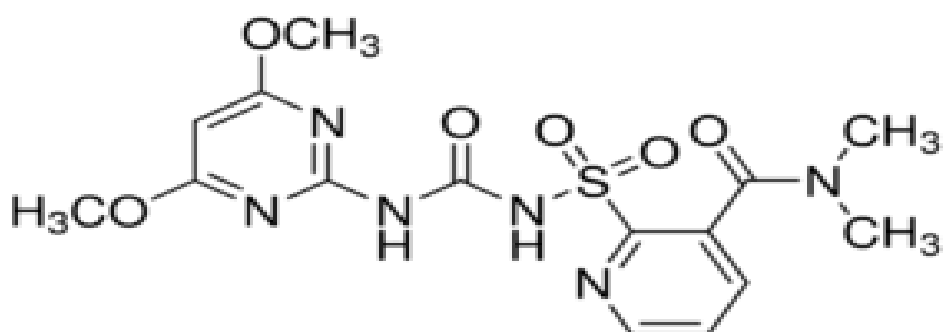
Το Fusilade 12,5 EC είναι ένα εγκεκριμένο σκεύασμα με τη συγκεκριμένη δραστική ουσία στη χώρα μας. Το fluazifop-P-butyl εφαρμόζεται κυρίως μεταφυτρωτικά στο φύλλωμα διάφορων καλλιεργειών όπως είναι το ζαχαρότευτλο, το βαμβάκι, το τριφύλλι, ο καπνός, η σόγια, ο ηλιάνθος, η πατάτα αλλά και σε κάποια

εσπεριδοειδή (π.χ. λεμονιά, μανταρινιά, πορτοκαλιά κ.α.) (Badawi et al., 2015; Wigfield and Lanouette, 1993). Ο χρόνος ημιζωής του στο έδαφος κυμαίνεται από 11-23 ημέρες (Smith, 1987). Κάποια από τα ετήσια ζιζάνια που καταπολεμά είναι η αγριοβρώμη, η μουχρίτσα, η σετάρια, η ήρα, ο βρώμος, η αλεπονούρα και το αιματόχορτο ενώ από πολυετή καταπολεμά τον βέλιουρα. Στα πολυετή πρέπει να εφαρμόζεται στο στάδιο της ταχείας ανάπτυξης δηλαδή σε ύψος 15-50 cm και σε δόση εφαρμογής από 150-200 mL ανά στρέμμα. Τέλος δεν πρέπει να χρησιμοποιείται σε ζιζάνια που βρίσκονται σε συνθήκες στρες (ξηρασία, χαμηλές θερμοκρασίες).

Η αποδόμησή του γίνεται γρήγορα και μπορεί να υδρολυθεί εντός 24 ωρών (Negre et al., 1988; Bewick, 1986). Από την άλλη σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε στην Βόρεια Ιταλία το 2014 στον αγρό και στο θερμοκήπιο, παρατηρήθηκαν προβλήματα ανθεκτικότητας του βέλιουρα σε ζιζανιοκτόνα (Scarabel et al., 2014).

1.3.2 Nicosulfuron

Το nicosulfuron (Σχήμα 2) είναι μία από τις πιο σημαντικότερες δραστικές των τελευταίων χρόνων και αποτελεί μία σουλφονυλουρία που ανήκει στους παρεμποδιστές της βιοσύνθεσης αμινοξέων της ομάδας του πυροσταφυλικού. Δρα αναστέλλοντας την οξικογαλακτική συνθάση (ALS) (Ζιώγας και Μάρκογλου, 2010; Ray, 1984; Sarmah and Sabadie, 2002). Αναφέρεται ότι μπορεί να ρυπάνει τα υπόγεια ύδατα (Zhang et al., 2006). Επίσης, τα υπολείμματα του διασπώνται μέσω της υδρόλυσης και της μικροβιακής δραστηριότητας. Έτσι υπάρχουν μικρές πιθανότητες εμφάνισης τοξικότητας στην επόμενη καλλιέργεια (Wang et al., 2011).



Σχήμα 2. Χημική δομή του nicosulfuron.

Ένα εγκεκριμένο στην χώρα μας σκεύασμα είναι το Milagro 240 SC. Το nicosulfuron αποτελεί ένα διασυστηματικό ζιζανιοκτόνο που εφαρμόζεται μεταφυτρωτικά σε καλλιέργειες αραβόσιτου για την καταπολέμηση ετήσιων και πολυετών αγρωστωδών και πλατύφυλλων ζιζανίων (Radivojević et al., 2012). Το nicosulfuron ελέγχει τα ζιζάνια αποτελεσματικά χωρίς να προκαλεί τοξικότητα στις καλλιέργειες (Dobbels and Kapusta, 1993; Kapusta et al., 1995). Κάποια από τα αγρωστώδη ζιζάνια που καταπολεμά είναι η μουχρίτσα, η σετάρια και ο βέλιουρας, ενώ από πλατύφυλλα καταπολεμά το τραχύ βλήτο, το πλαγιαστό βλήτο και τον τάτουλα. Εφαρμόζεται όταν ο αραβόσιτος είναι στο στάδιο των 2-8 φύλλων.

Σε μία έρευνα που έγινε μετά την εφαρμογή του στο έδαφος κατάφερε να προκαλέσει μείωση στον αριθμό των βακτηρίων και αύξηση στον αριθμό των μυκήτων. Αντίστοιχα λειτούργησαν και το imazamox και το cycloxydim (Vasic et al., 2018). Ενώ σε άλλη μελέτη που διήρκησε 60 ημέρες έδειξε ότι η εφαρμογή του στις συνιστώμενες δόσεις αλλά και σε μεγαλύτερες δόσεις επηρέασε αισθητά την μικροβιακή δραστηριότητα του εδάφους. Παρ' όλα αυτά οι αλλαγές ήταν προσωρινές οπότε δεν αποτέλεσε σοβαρό κίνδυνο για την διακοπή των διεργασιών του εδάφους (Radivojević et al., 2012). Έχει βρεθεί επίσης ότι μπορεί να μειώσει τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης αλλά και την φωτοσύνθεση (Hussain et al., 2010).

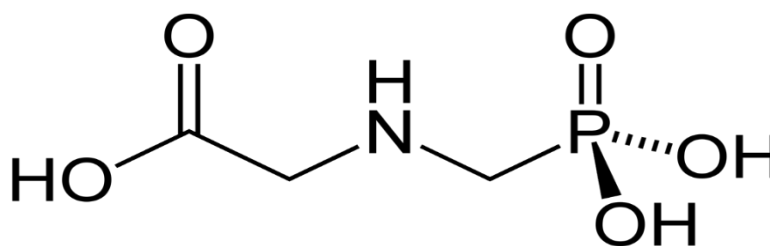
Ιδιαίτερη όμως προσοχή πρέπει να δίνεται στην εφαρμογή οργανοφωσφορικών εντομοκτόνων φυλλώματος πριν ή ταυτόχρονα με την εφαρμογή του, αφού μειώνει την εκλεκτικότητά του (Ζιώγας και Μάρκογλου, 2010). Επίσης δεν πρέπει να εφαρμόζεται σε περιοχές όπου οι εδαφοκλιματικές συνθήκες ευνοούν την έκπλυση των μεταβολιτών στα υπόγεια ύδατα (αμμώδη εδάφη, περιοχές με πολλές βροχοπτώσεις) (Ζιώγας και Μάρκογλου, 2010).

1.3.3 Glyphosate

Το glyphosate (Σχήμα 3) ανήκει στους παρεμποδιστές της βιοσύνθεσης αρωματικών οξέων (Ζιώγας και Μάρκογλου, 2010). Αποτελεί ένα από τα πιο διαδεδομένα ζιζανιοκτόνα με ευρύ φάσμα δράσης. Είναι αρκετά αποτελεσματικό με

χαμηλό κόστος όπου ξεκίνησε να χρησιμοποιείται από της αρχές της δεκαετίας του 1970, βέβαια εξαπλώθηκε ραγδαία από τα τέλη της δεκαετίας του 1990 (Duke and Powles, 2008; Coupe and Capel, 2016; Woodburn, 2000). Είναι ένα διασυστηματικό ζιζανιοκτόνο που μετακινείται πολύ γρήγορα στους φυτικούς ιστούς (Feng et al., 2003). Συνήθως εφαρμόζεται στο φύλλωμα, έτσι απορροφάται από τα φύλλα και μετακινείται εύκολα εντός των φυτικών ιστών ενώ στη συνέχεια μετακινείται στον αποπλάστη, στο μεσόφυλλο, στο φλοίωμα και καταλήγει στο ριζικό σύστημα του ζιζανίου όπου και καταστρέφει τις ρίζες, τους κονδύλους και τους υπόγειους βλαστούς. (Ge et al., 2014; Gomes and Juneau, 2016; Ζιώγας και Μάρκογλου, 2010). Από την άλλη κατά την εφαρμογή του στο έδαφος γίνεται γρήγορα ανενεργό και απομακρύνεται εύκολα μέσω της μικροβιακής αποδόμησης (βιοαποδόμηση) (Ζιώγας και Μάρκογλου, 2010).

Είναι αρκετά υδατοδιαλυτό με χρόνο ημιζωής να κυμαίνεται από 4 έως 60 ημέρες στο νερό και από μερικές μέρες έως αρκετούς μήνες στο έδαφος (Szekacs and Darvas, 2012; Vereecken, 2005). Τα υπολείμματα του συσσωρεύονται κυρίως στο ριζικό σύστημα του φυτού και στους μεριστωματικούς ιστούς (Feng et al., 2003). Προκαλεί επίσης φυτοτοξικότητα εμφανίζοντας χλώρωση στα φύλλα και στην συνέχεια νέκρωση. Τα συμπτώματα είναι εμφανή 1-3 εβδομάδες μετά την εφαρμογή του (Ζιώγας και Μάρκογλου, 2010). Έχει βρεθεί επίσης αρκετά τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς (Modesto and Martinez, 2010; Séguin et al., 2017). Για παράδειγμα οι Silva et al. (2003) βρήκαν σε ποτάμι στη Νότια Βραζιλία συγκέντρωση 100 µg/L μετά από 60 ημέρες από την εφαρμογή του. Ενώ μία ακόμη ανησυχία αποτελεί η ικανότητά του να καταστρέφει κάποιους μικροοργανισμούς που είναι υπεύθυνοι για την κινητοποίηση των θρεπτικών συστατικών στο έδαφος (Schütte et al., 2017).

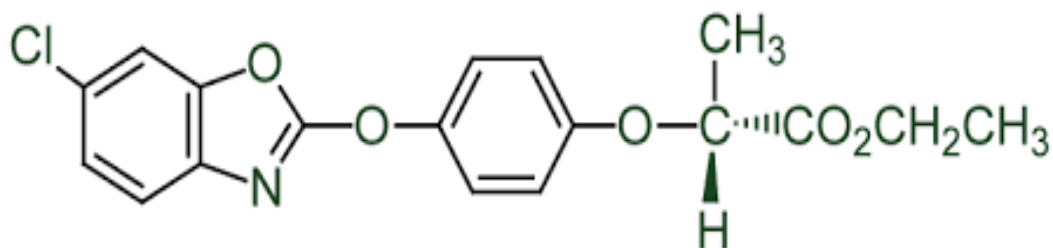


Σχήμα 3. Χημική δομή του glyphosate.

Η δράση του glyphosate βασίζεται στην απορρόφηση του από τα φύλλα και τους τρυφερούς βλαστούς των ζιζανίων και στην παρεμπόδιση του ενζύμου EPSPS (σύνθεση του φωσφοενολοπυρουβλικιμικού οξέος) που διακόπτει τη σύνθεση των αρωματικών αμινοξέων (τρυπτοφάνη, τυροσίνη και φαινυλανίνη) και έτσι καταφέρνει και καταστρέφει τα φυτά-στόχους (Sergiev et al., 2006; Kertesz et al., 1994). Καταπολεμά ετήσια και πολυετή αγρωστώδη και πλατύφυλλα, βαθύρριζα και επιπολαιόρριζα ζιζάνια αλλά και υδροχαρή. Η πιο σημαντική του χρήση είναι για την καταπολέμηση της οροβάγχης σε καλλιέργεια καπνού (Ζιώγας και Μάρκογλου, 2010). Εφαρμόζεται σε εσπεριδοειδή (π.χ. πορτοκαλιά, μανταρινιά), αμυγδαλιά, μηλιά, αχλαδιά, πυρηνόκαρπα (π.χ. βερυκοκιά, ροδακινιά, κερασιά), αμπέλι, ελιά, βαμβάκι, καπνό, ακαλλιέργητες εκτάσεις κ.α. και κατά μήκος αρδευτικών και στραγγιστικών καναλιών. Για τα πολυετή απαιτείται μία εφαρμογή συνήθως όταν βρίσκονται κοντά, κατά ή λίγο μετά την άνθιση. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται ώστε να μην εφαρμόζεται σε καλλιέργειες που προορίζονται για σποροπαραγωγή και σε καλλιέργειες που παράγουν υπόγειο βρώσιμο προϊόν πριν την συγκομιδή τους. Επίσης δεν επιτρέπεται η χρήση του όταν φυσάει και όταν υπάρχει νερό στα στραγγιστικά κανάλια.

1.3.4 Quizalofop-p-ethyl

Το quizalofop-p-ethyl (Σχήμα 4) ανήκει στα αρυλοξυφαινοξυαλκανοϊκά οξέα (-fops) που συμπεριλαμβάνονται στους παραεμποδιστές της καρβοξυλάσης του ακετυλο-CoA (Ζιώγας και Μάρκογλου, 2010; Tang et al., 2014). Η είσοδος και η μεταφορά του στα πλατύφυλλα είναι μικρή (Roberts, 1998). Έχει μικρό χρόνο ημιζωής (0,5-0,7 ημέρες), κινείται δύσκολα στο έδαφος και δεν προκαλεί ρύπανση στα υπόγεια ύδατα (Guan and Zhang, 2013; Mantzos et al., 2016). Πιο συγκεκριμένα σε καλλιέργεια ηλιάνθου δεν εντοπίστηκε στο έδαφος πέρα από τα 10 cm. Επίσης τα υπολείμματα που ανιχνεύθηκαν στα φύλλα ήταν για 18 ημέρες και στις ρίζες για 6 ημέρες (Mantzios et al., 2016).



Σχήμα 4. Χημική δομή του quizalofop-p-ethyl.

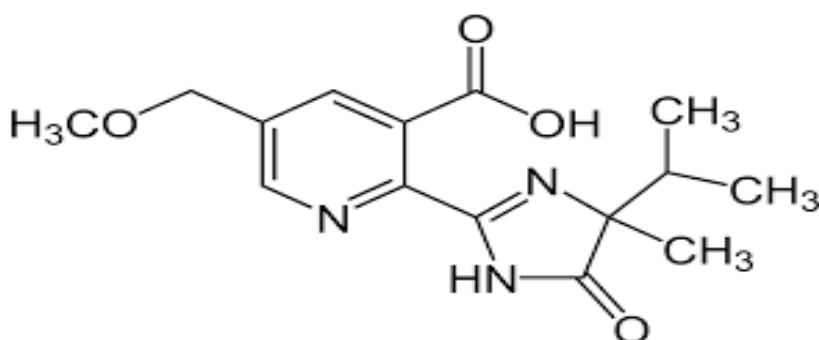
Το Targa 5 EC είναι ένα σκεύασμα με έγκριση στην χώρα μας, που αποτελεί ένα διασυστηματικό ζιζανιοκτόνο αγρωστωδών ζιζανίων. Το quizalofop-p-ethyl εφαρμόζεται μεταφυτρωτικά σε μηλιά, ροδακινιά, κρεμμύδι, τομάτα, λάχανο, φασόλι, φακές, ζαχαρότευτλα, βαμβάκι, σόγια, καλλωπιστικά κ.α. (Roberts et al., 1998; Mahakavi et al., 2014). Καλό είναι να μην χρησιμοποιείται με ψυχρό καιρό και σε μη εύρωστες καλλιέργειες. Κάποια από τα καταπολεμούμενα ετήσια ζιζάνια είναι η βρώμη, το αιματόχορτο, η μουχρίτσα, το κριθάρι, η ήρα, το σιτάρι κ.α., ενώ κάποια πολυετή είναι το αγρόπυρο, η αγριάδα, ο βέλιουρας (από ριζώματα) κ.α.. Ο βέλιουρας καταπολεμάται καλύτερα όταν το μήκος των βλαστών είναι 45-50 cm. Σε πείραμα που έγινε το 2017 εφαρμόστηκε σε χαμηλές και υψηλές συγκεντρώσεις σε φυτά *Hyacinthus orientalis* κατά τη διαδικασία της γονιμοποίησης. Προκάλεσε κάποιες αλλαγές στα μορφολογικά χαρακτηριστικά του φυτού αλλά και μείωση στην παραγωγή γύρης (Deveci et al., 2017).

1.3.5 Imazamox

Το imazamox (Σχήμα 5) αποτελεί μία ιμιδαζολινόνη που ανήκει στους παρεμποδιστές της βιοσύνθεσης αμινοξέων της ομάδας του πυροσταφυλικού (Ζιώγας και Μάρκογλου, 2010). Το 1997 κυκλοφόρησε για πρώτη φορά στην αγορά (Battaglin et al., 2000). Η εκλεκτική του δράση οφείλεται στον γρήγορο μεταβολισμό του (αποτοξικοποίηση) από την καλλιέργεια μέσω απομεθυλίωσης και γλυκοζυλίωσης (Ζιώγας και Μάρκογλου, 2010). Αναστέλλει τη δράση του ενζύμου ALS και με την παραγωγή των απαραίτητων αμινοξέων καταφέρνει και καταστρέφει

το επιθυμητό ζιζάνιο (Hess et al., 2010). Είναι αρκετά υδατοδιαλυτό και ο βαθμός έκπλυσής του είναι μεγάλος λόγω της ασθενούς προσρόφησής του από τα εδαφικά κolloειδή, γι' αυτό και αποτελεί υψηλό κίνδυνο για την ρύπανση των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων (Ζιώγας και Μάρκογλου, 2010; Aichele and Penner, 2005; Sakaliene et al., 2007).

Ο χρόνος ημιζωής του στο έδαφος με pH 7 ήταν 9,8 ημέρες, ενώ ο μεταβολισμός του στο έδαφος είναι μεγαλύτερος σε pH 7 από ότι σε pH 5 (Aichele and Penner, 2005). Έχει βρεθεί ότι η υπολειμματικότητά του μπορεί να επηρεάσει κάποιες καλλιέργειες αμειψισποράς όπως για παράδειγμα το σόργο (Cobucci and Machado, 1999). Στον ηλίανθο επίσης έχει παρατηρηθεί μετά την εφαρμογή του ότι προκαλεί προσωρινό κιτρίνισμα και επιβράδυνση της ανάπτυξής του (Hanson et al., 2006; Sala et al., 2012). Βέβαια αυτές οι επιπτώσεις είναι προσωρινές και μπορούν να γίνουν πιο έντονες μόνο σε καλλιέργειες που αναπτύσσονται υπό συνθήκες έντονου στρες (Pfenning et al., 2008).



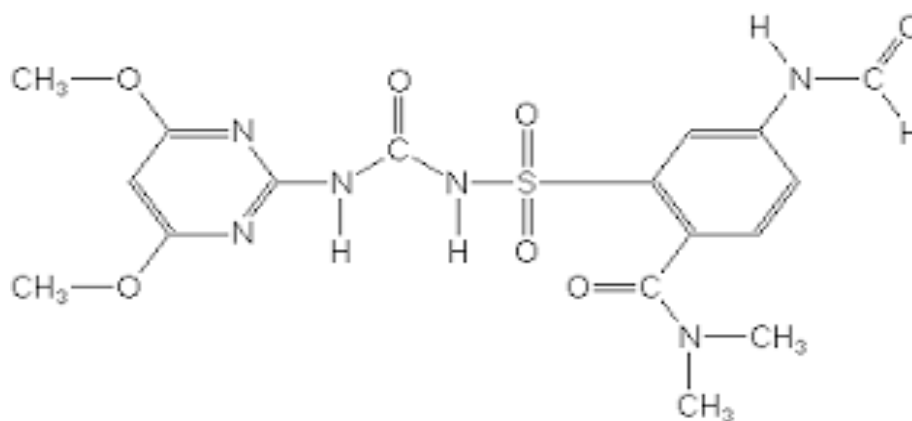
Σχήμα 5. Χημική δομή του imazamox.

Το Pulsar 4 SL αποτελεί ένα εγκεκριμένο για την χώρα μας σκεύασμα. Το ζιζανιοκτόνο imazamox είναι ένα διασυστηματικό, μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο που εφαρμόζεται στο φύλλωμα και στο έδαφος για την καταπολέμηση πλατύφυλλων και αγρωστωδών ζιζανίων (Ζιώγας και Μάρκογλου, 2010; Hekmat et al., 2008; Hess et al., 2010). Χρησιμοποιείται για καλλιέργειες όπως είναι η μηδική, το ρύζι (μόνο για Clearfield ποικιλίες) και ο ηλίανθος (μόνο για Clearfield ποικιλίες) και γίνεται είτε μία εφαρμογή είτε 2 διαδοχικές ανάλογα με την καλλιέργεια. Καταπολεμά τα εξής ζιζάνια: αγριοντοματιά, βλήτο, λουβουδιά, τάτουλα, καψέλλα, μουχρίτσα, κύπερη, κόκκινο και άγριο ρύζι, αντράκλα, κεχρί, στύφνο, βέλιουρα κ.α.. Πρέπει να

αποφεύγεται η χρήση του σε ελαφρά εδάφη, σε χαμηλές θερμοκρασίες και σε εντατικά αρδευόμενες καλλιέργειες.

1.3.6 Foramsulfuron

Το foramsulfuron (Σχήμα 6) ανήκει στην ομάδα των σουλφονυλουρίων που συμπεριλαμβάνονται στους παρεμποδιστές της βιοσύνθεσης αμινοξέων της ομάδας του πυροσταφυλικού (Ζιώγας και Μάρκογλου, 2010). Λόγω της υψηλής του διαλυτότητας ανιχνεύεται σε υψηλές συγκεντρώσεις στην υδάτινη ζώνη (Chevre et al., 2008). Επίσης αποικοδομείται πιο εύκολα στο ηλιακό φως απ' ότι στο σκοτάδι (Pinna et al., 2016).



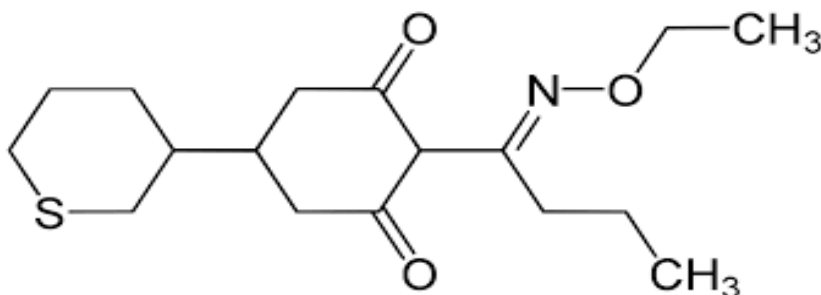
Σχήμα 6. Χημική δομή του foramsulfuron.

Ένα εγκεκριμένο σκεύασμα με αυτή την δραστική είναι το Equip OD που αποτελεί ένα διασυστηματικό, εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο που δρα αναστέλλοντας το ένζυμο ALS (Bunting et al., 2005; Ashton and Monaco, 1991). Εφαρμόζεται μεταφυτρωτικά στον αραβόσιτο και απορροφάται κυρίως από τα φύλλα και λιγότερο από τις ρίζες. Η εκλεκτική δράση του οφείλεται λόγω του ταχύτερου μεταβολισμού στον αραβόσιτο σε σχέση με τα ζιζάνια (Ζιώγας και Μάρκογλου, 2010). Ελέγχει αγρωστώδη και πλατύφυλλα ζιζάνια σε νεαρό στάδιο ανάπτυξης, όπως ο βέλιουρας, η μουχρίτσα, οι σετάρια και το τραχύ βλήτο, η λουβουδιά, η αντράκλα, ο τάτουλας κ.α. . Η ανάπτυξη των ζιζανίων σταματά μετά από τον ψεκασμό και μετά από 2-4

εβδομάδες ακολουθεί η πλήρης νέκρωση. Για καλύτερα αποτελέσματα μπορεί να συνδυαστεί με άλλα ζιζανιοκτόνα (Bunting et al., 2005).

1.3.7 Cycloxydim

Το cycloxydim (Σχήμα 7) είναι μία δραστική που έχει εμφανιστεί από τα τέλη της δεκαετίας του 1980 και ανήκει στις κυκλοεξανδιόνες ή οξίμες που συμπεριλαμβάνονται στους παραεμποδιστές της καρβοξυλάσης του ακετυλο-CoA (Ζιώγας και Μάρκογλου, 2010). Απορροφάται από τα φύλλα και μετά από την μετακίνησή του παρεμποδίζει τον σχηματισμό των μεριστωματικών ιστών εμποδίζοντας την καρβοξυλάση να συνθέσει λιπίδια (Tomlin, 1997). Μετακινείται εύκολα στο έδαφος και υποβαθμίζει αρκετά τα υπόγεια ύδατα (Silva et al., 2006; EFSA, 2010). Σύμφωνα με την EFSA το 2010 μετά από μελέτες που έγιναν βρέθηκε ότι προκαλεί τοξικότητα (σύμφωνα με δεδομένα οξείας τοξικότητας) σε υδρόβιους οργανισμούς.



Σχήμα 7. Χημική δομή του cycloxydim.

Εγκεκριμένο σκεύασμα αποτελεί το Focus 10 EC όπου χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση ετήσιων και πολυετών ζιζανίων. Το ζιζανιοκτόνο cycloxydim είναι ένα εκλεκτικό, διασυστηματικό, μεταφυτρωτικό ζιζανιοκτόνο με εφαρμογή σε μηλιά, αχλαδιά, κυδωνιά, αμπέλι, πατάτα, καρότο, ραπανάκι, κρεμμύδι, τομάτα, μαρούλι, φασόλι, βαμβάκι, ελαιοκράμβη, ρύζι, ηλιάνθο κ.α. Ορισμένα αγρωστώδη ζιζάνια που καταπολεμά είναι η μουχρίτσα, η αγριάδα, το κόκκινο ρύζι, ο βέλιουρας, το αγρόπυρο, η φάλαρη κ.α.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Πειραματικός αγρός

Ο βέλιουρας (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) εγκαταστάθηκε σε φυτοδοχεία στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. Ο τύπος καθώς και το pH του εδάφους παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Ιδιότητες του εδάφους που χρησιμοποιήθηκε στα φυτοδοχεία.

Τύπος Εδάφους	Πηλώδες
Άμμος	38%
Ιλύς	36%
Αργίλος	26%
pH	7,4 (1:1)

2.2 Πειραματικό σχέδιο

Εφαρμόστηκε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων με 21 επεμβάσεις και 7 επαναλήψεις (φυτοδοχεία) ανά επέμβαση (Εικόνα 1). Σε κάθε φυτοδοχείο φυτεύτηκαν 2 ριζώματα. Εφαρμόστηκαν 4 ζιζανιοκτόνα. Για κάθε ζιζανιοκτόνο χρησιμοποιήθηκαν 5 δόσεις όπου xa είναι η μικρότερη συνιστώμενη δόση, xb είναι η μεγαλύτερη συνιστώμενη δόση, 2xb είναι η διπλάσια της μεγαλύτερης συνιστώμενης δόσης, 4xb είναι η τετραπλάσια της μεγαλύτερης συνιστώμενης δόσης και 8xb είναι η οχταπλάσια της μεγαλύτερης συνιστώμενης δόσης.

Αναλυτικά οι επεμβάσεις του πειράματος ήταν οι εξής: μάρτυρας, fluazifop-P-butyl 5 δόσεις (xa, xb, 2xb, 4xb, 8xb), nicosulfuron 5 δόσεις (xa, xb, 2xb, 4xb, 8xb), glyphosate 5 δόσεις (xa, xb, 2xb, 4xb, 8xb) και quizalofop-p-ethyl 5 δόσεις (xa, xb, 2xb, 4xb, 8xb). Η δόση xa και xb για κάθε ζιζανιοκτόνο παρουσιάζεται στον πίνακα 2.



Εικόνα 1 . Διάταξη των φυτοδοχείων στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο.

Πίνακας 2. Δόσεις και εμπορικά ονόματα των ζιζανιοκτόνων του πειράματος

Δραστική ουσία	Εμπορικό όνομα	αα δόση	xb δόση
fluzifop-P-butyl	Fusilade 12,5 EC	150 ml/στρέμμα	200 ml/στρέμμα
nicosulfuron	Milagro 240 SC	17 ml/στρέμμα	25 ml/στρέμμα
glyphosate	Meteor 36 SL	250 ml/στρέμμα	500 ml/στρέμμα
quizalofop-p-ethyl	Targa 5 EC	200 ml/στρέμμα	300 ml/στρέμμα

2.3. Καλλιεργητικά στοιχεία

Προετοιμασία

Η συλλογή των ριζωμάτων του βέλιουρα πραγματοποιήθηκε στις 05 Δεκεμβρίου του 2017 από αγρό όπου είχε καλλιεργηθεί αραβόσιτος. Για την διευκόλυνση της συλλογής των ριζωμάτων πραγματοποιήθηκε άροση του εδάφους. Μετά την συλλογή τους τα ριζώματα τοποθετήθηκαν σε άμμο μέχρι την φύτευση τους την άνοιξη στα φυτοδοχεία.

Φύτευση ριζωμάτων

Στις 16 Απριλίου του 2018 έγινε η φύτευση των ριζωμάτων μήκους τριών κόμβων στα φυτοδοχεία, ενώ η άρδευση γινόταν ανά τακτά χρονικά διαστήματα με σύστημα καταιονισμού. Φυτεύτηκαν 2 ριζώματα ανά φυτοδοχείο (Εικόνα 3). Το φύτρωμα των ριζωμάτων παρατηρήθηκε στις 02 Μαΐου του 2018 και στις 22 Μαΐου έγινε η επέμβαση με τα ζιζανιοκτόνα, όταν το μήκος των βλαστών του βέλιουρα ήταν 20-25 cm. Ο ψεκασμός πραγματοποιήθηκε με ψεκαστήρα ακριβείας. Χρησιμοποιήθηκαν

μπεκ σκούπας, ενώ ο όγκος του ψεκαστικού αγρού ήταν 30 L/στρέμμα, ενώ η πίεση ψεκασμού ήταν 3 atm.



Εικόνα 3. Τεμαχισμένα ριζώματα 3 κόμβων του βέλιουρα.

2.4. Μετρήσεις

Πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις του αριθμού των ξηραμένων βλαστών σε κάθε φυτοδοχείο στις 06 Ιουνίου, 20 Ιουνίου και 04 Ιουλίου του 2018 που αντιστοιχούν στις 14, 28 και 42 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων (HME). Στις 42 HME μετρήθηκε και το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος. Επίσης, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις για τον αριθμό των πράσινων βλαστών στις 18 Ιουλίου, 1 Αυγούστου και 3 Σεπτεμβρίου του 2018 που αντιστοιχούν στις 56, 70 και 103 ημέρες μετά την εφαρμογή (HME). Στις 126 HME μετρήθηκε το νωπό και το ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος. Επίσης μετρήθηκε το ξηρό βάρος των ριζωμάτων και των ριζών.

Τα φυτικά χαρακτηριστικά τα οποία μελετήθηκαν ήταν τα εξής:

- **Αριθμός πράσινων και ξηρών βλαστών:** Μετρήθηκε ο αριθμός των ξηρών βλαστών που είχαν ξεραθεί μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων καθώς και ο αριθμός των πράσινων βλαστών που αναπτύχθηκαν μετά την αναβλάστηση του βέλιουρα.



Εικόνα 4. Κλίβανος αποξήρανσης φυτικών ιστών σε θερμοκρασία 60 °C.

- **Ξηρό βάρος:** Για τη μέτρηση του ξηρού βάρους συλλέχθηκαν από κάθε επέμβαση οι βλαστοί από 3 γλάστρες για την κάθε δόση ξεχωριστά. Ενώ στη συνέχεια τα δείγματα μεταφέρθηκαν για αποξήρανση σε κλίβανο όπου και παρέμειναν για 3 ημέρες (θερμοκρασία κλιβάνου 60 °C) και ζυγίζονταν σε ζυγαριά ακριβείας (Εικόνα 4).
- **Ξηρό βάρος ριζωμάτων και ριζών:** Η διαδικασία αυτή πραγματοποιήθηκε στις 3 Σεπτεμβρίου του 2018 με τον διαχωρισμό των ριζωμάτων και των ριζών από το έδαφος σε 3 γλάστρες για κάθε επέμβαση (Εικόνα 5, 6). Αρχικά αφού επιλέχθηκαν οι 3 γλάστρες ακολούθησε ο διαχωρισμός του ριζικού συστήματος από το έδαφος που υπήρχε σε κάθε γλάστρα με την χρησιμοποίηση 2 κοσκίνων. Αφού απομακρύνθηκε όλο το χώμα, το ριζικό σύστημα τοποθετήθηκε σε διηθητικό χαρτί και μεταφέρθηκε στο εργαστήριο όπου πραγματοποιήθηκε ο διαχωρισμός του ριζικού συστήματος σε ρίζες και ριζώματα. Στην συνέχεια ακολούθησε ξήρανση των ριζών και του ριζικού συστήματος για 3 ημέρες σε θερμοκρασία 60 °C. Στη συνέχεια ακολούθησε η μέτρηση του ξηρού βάρους με την χρησιμοποίηση ζυγού ακριβείας.



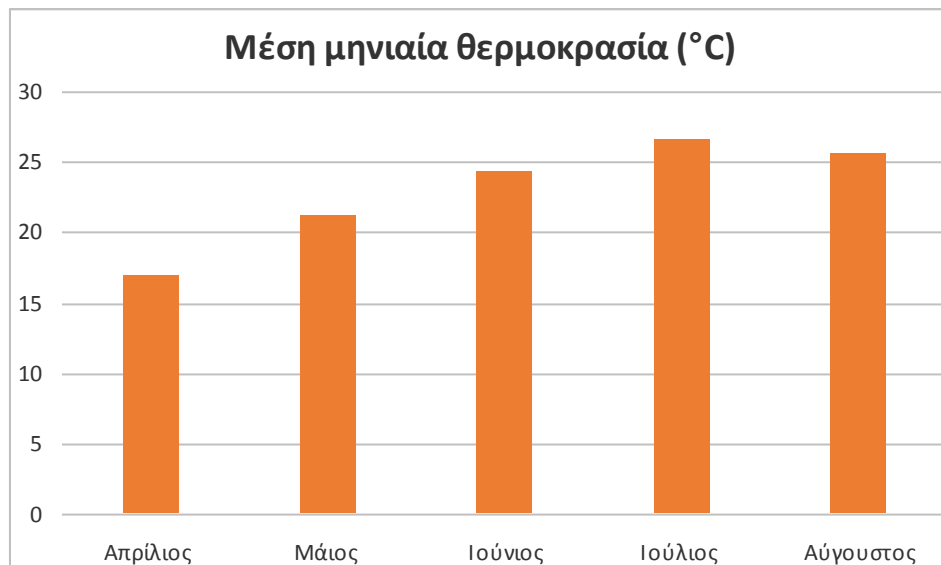
Εικόνα 5. Διαχωρισμός ριζών από το έδαφος με την χρησιμοποίηση κόσκινου.



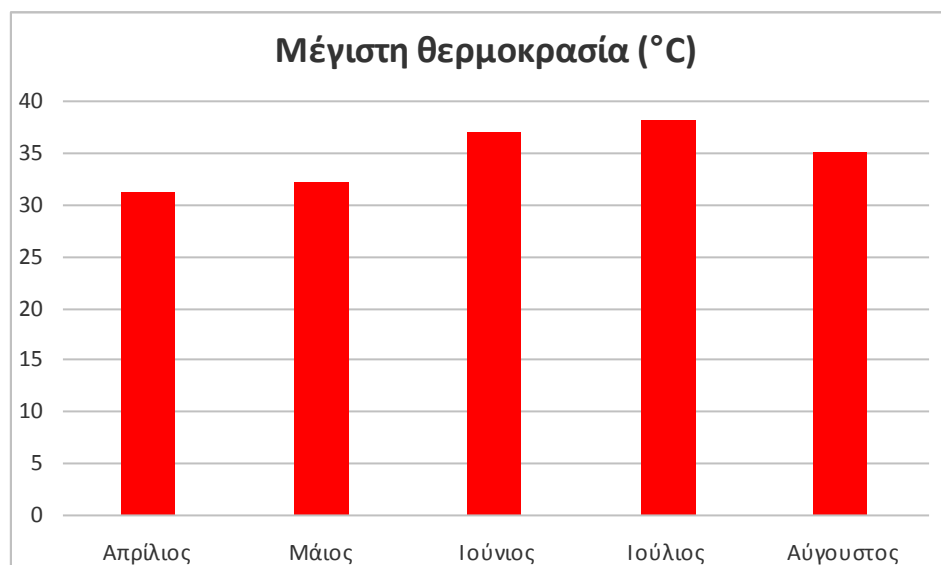
Εικόνα 6. Διαχωρισμός ριζώματος και ριζών του ριζικού συστήματος του βέλιουρα.

2.5. Μετεωρολογικά Δεδομένα

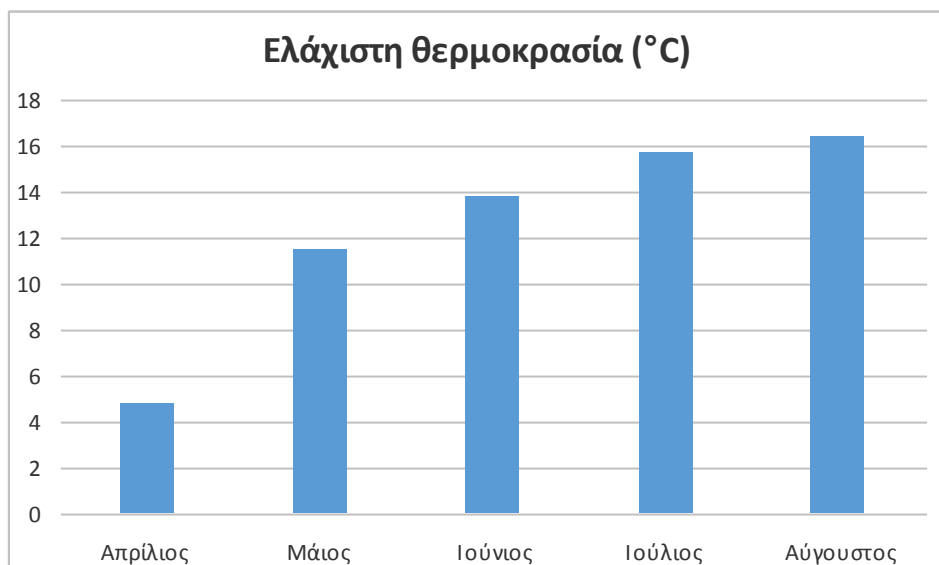
Η μεγαλύτερη μέση μηνιαία θερμοκρασία (26,62 °C) καταγράφηκε τον Ιούλιο, ενώ η μικρότερη μηνιαία θερμοκρασία (16,96 °C) καταγράφηκε τον Απρίλιο (Διάγραμμα 1). Επίσης, η υψηλότερη μέγιστη θερμοκρασία καταγράφηκε τον Ιούλιο (38 °C) (Διάγραμμα 2) και η μικρότερη τον Απρίλιο (4,8 °C) (Διάγραμμα 3). Ενώ τέλος το μεγαλύτερο ύψος βροχόπτωσης (134,9 mm) καταγράφηκε τον Ιούνιο (Διάγραμμα 4).



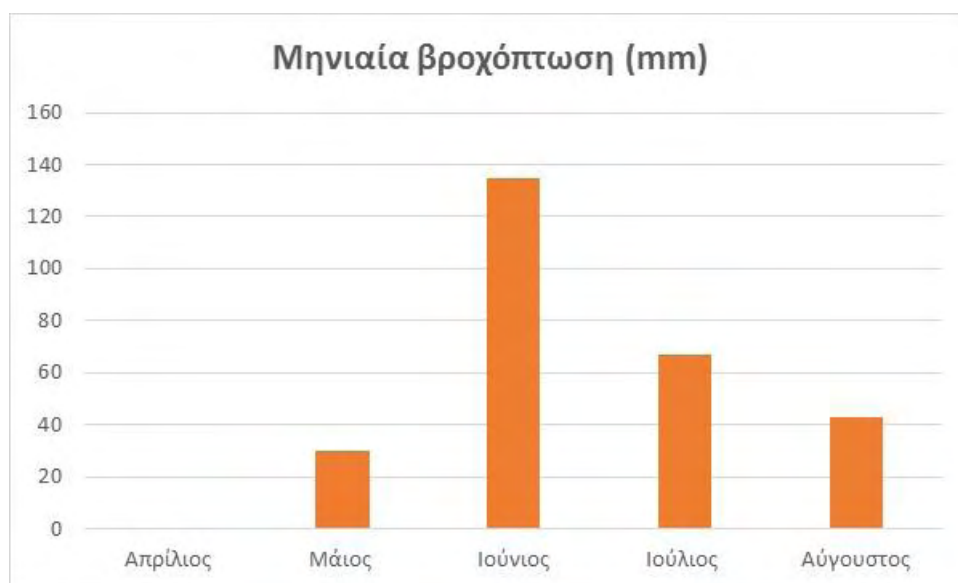
Διάγραμμα 1. Μέση μηνιαία θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του πειράματος (Απρίλιος 2018-Αύγουστος 2018).



Διάγραμμα 2. Μέγιστη μηνιαία θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του πειράματος (Απρίλιος 2018-Αύγουστος 2018).



Διάγραμμα 3. Ελάχιστη μηνιαία θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του πειράματος (Απρίλιος 2018-Αύγουστος 2018).



Διάγραμμα 4. Μέση μηνιαία βροχόπτωση κατά τη διάρκεια του πειράματος (Απρίλιος 2018-Αύγουστος 2018).

2.6. Στατιστική επεξεργασία δεδομένων

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων του πειράματος πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας το λογισμικό SigmaPlot 12 (SystatSoftwareInc., SanJose, CA). Πραγματοποιήθηκε ανάλυση διασποράς και στη συνέχεια οι συγκρίσεις των μέσων πραγματοποιήθηκαν με την δοκιμασία Duncan's Multiple Range Test, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

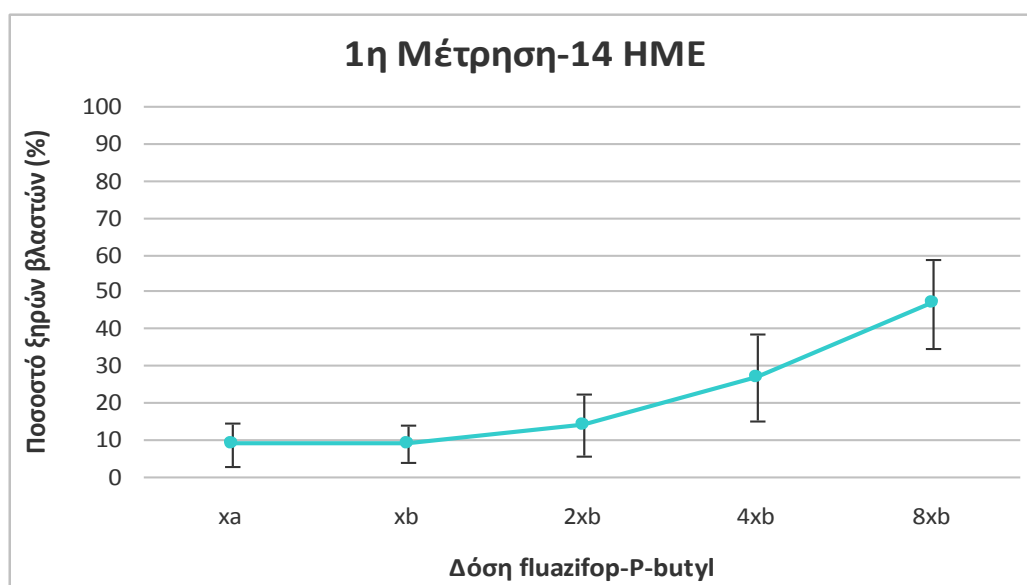
Κεφάλαιο 3^ο: Αποτελέσματα

3.1 Ποσοστό Ξηρών Βλαστών

3.1.1 fluazifop-P-butyl

1^η Μέτρηση

Η πρώτη μέτρηση των ξηρών βλαστών πραγματοποιήθηκε στις 06 Ιουνίου του 2018. Το μεγαλύτερο ποσοστό ξηρών βλαστών καταγράφηκε στην 8xb δόση του fluazifop-P-butyl (46,67%), ενώ το μικρότερο ποσοστό καταγράφηκε στην χα δόση του fluazifop-P-butyl (8,89%) (Διάγραμμα 5). Παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των χα, xb και 2xb δόσεων με τις 4xb και 8xb δόσεις. Ενώ μεταξύ των χα και xb δόσεων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά.

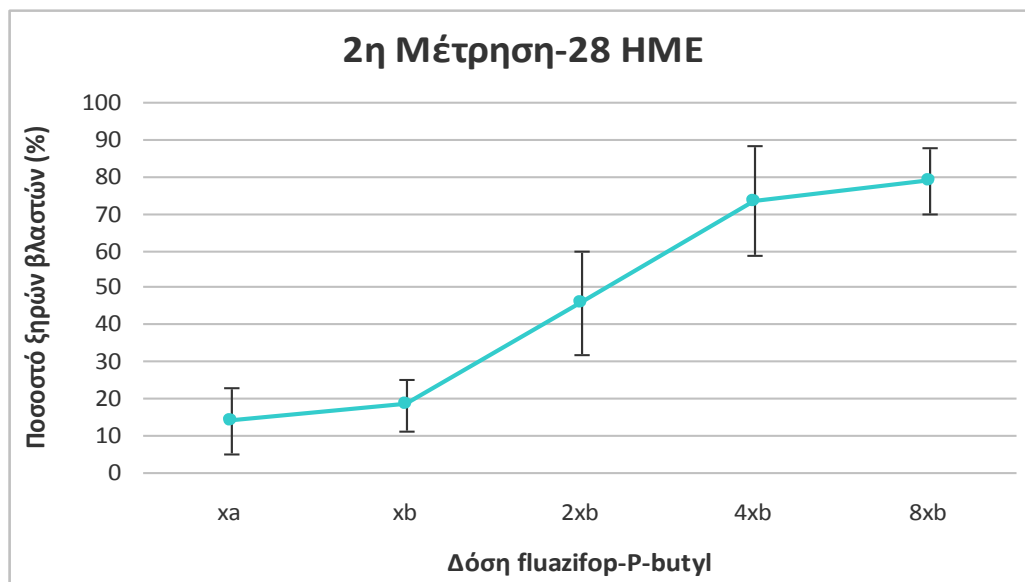


Διάγραμμα 5. Ποσοστό ξηρών βλαστών (%) στις διαφορετικές δόσεις του fluazifop-P-butyl στις 14 ΗΜΕ (ημέρες μετά την εφαρμογή, 1^η μέτρηση).

2^η Μέτρηση

Η δεύτερη μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 20 Ιουνίου του 2018, 28 ημέρες μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων. Το μικρότερο ποσοστό καταγράφηκε στην χα δόση του fluazifop-P-butyl (13,89%), ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό καταγράφηκε στην 8xb δόση του fluazifop-P-butyl (78,67%) (Διάγραμμα 6). Στατιστικά σημαντικές

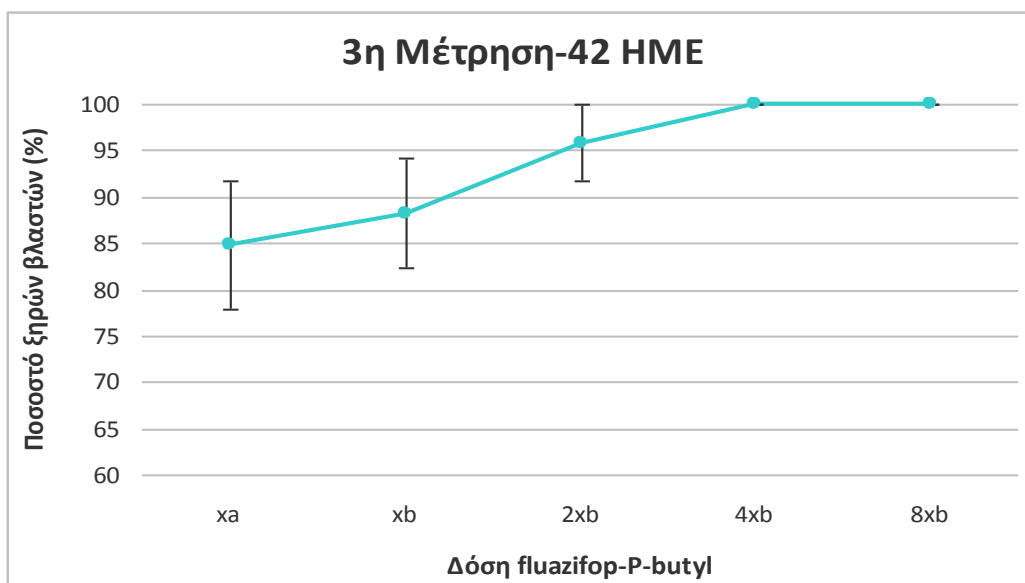
διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ των xa και xb δόσεων με τις 2xb, 4xb και 8xb δόσεις. Μεταξύ όμως των xa και xb δεν υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, όπως και στις 4xb και 8xb δόσεις.



Διάγραμμα 6. Ποσοστό ξηρών βλαστών (%) στις διαφορετικές δόσεις του fluazifop-P-butyl στις 28 ΗΜΕ (ημέρες μετά την εφαρμογή, 2^η μέτρηση).

3^η Μέτρηση

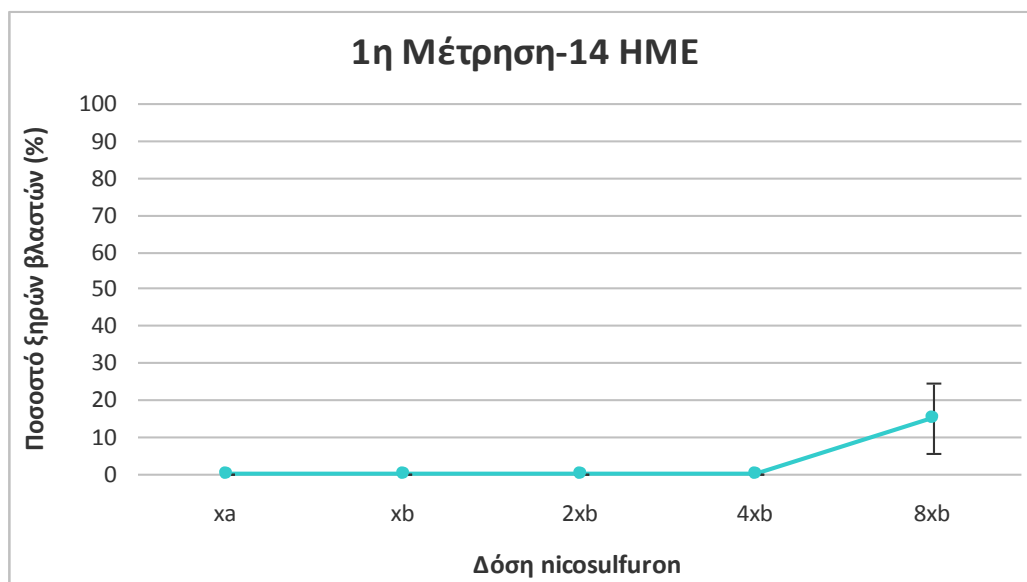
Η τρίτη μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 04 Ιουλίου του 2018 (42 ΗΜΕ), όπου καταγράφηκε το μεγαλύτερο ποσοστό στις 4xb και 8xb δόσεις του fluazifop-P-butyl (100%) και το μικρότερο στην xa δόση του fluazifop-P-butyl (84,72%) (Διάγραμμα 7). Μεταξύ των xa και xb δόσεων δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, όπως και ανάμεσα στην 4xb και 8xb δόση.



Διάγραμμα 7. Ποσοστό ξηρών βλαστών (%) στις διαφορετικές δόσεις του fluazifop-P-butyl στις 42 ΗΜΕ (ημέρες μετά την εφαρμογή, 3^η μέτρηση).

3.1.2 nicosulfuron

1^η Μέτρηση

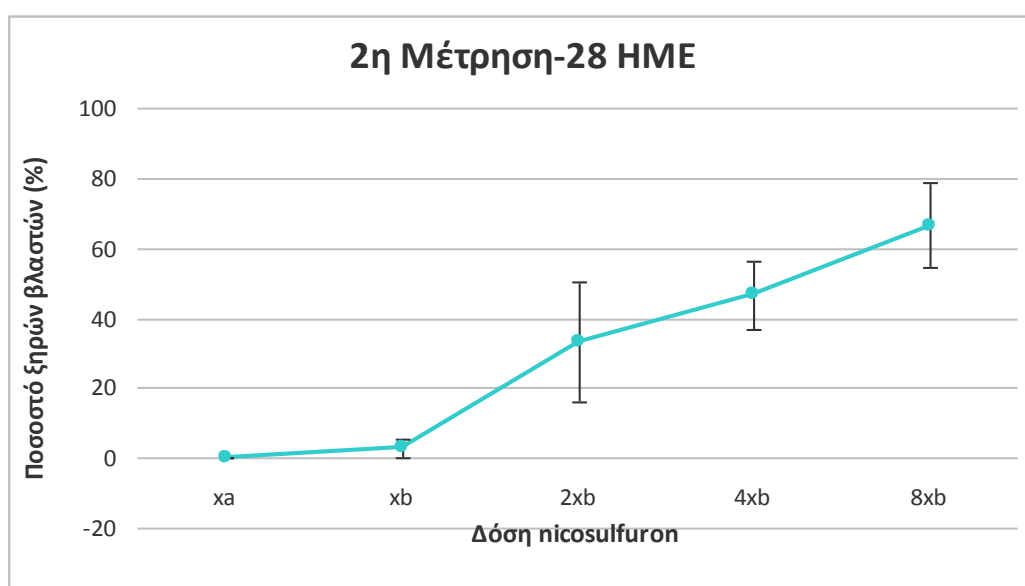


Διάγραμμα 8. Ποσοστό ξηρών βλαστών (%) στις διαφορετικές δόσεις του nicosulfuron στις 14 ΗΜΕ (ημέρες μετά την εφαρμογή, 1^η μέτρηση).

Στη πρώτη μέτρηση του ποσοστού των ξηρών βλαστών παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των xa, xb, 2xb και 4xb δόσεων του nicosulfuron με την 8xb δόση. Το μεγαλύτερο ποσοστό καταγράφηκε στην 8xb δόση του nicosulfuron (15%), ενώ το μικρότερο ποσοστό καταγράφηκε στις xa, xb, 2xb και 4xb δόσεις του nicosulfuron (0%) (Διάγραμμα 8). Τέλος μεταξύ των xa, xb, 2xb και 4xb δόσεων δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά.

2^η Μέτρηση

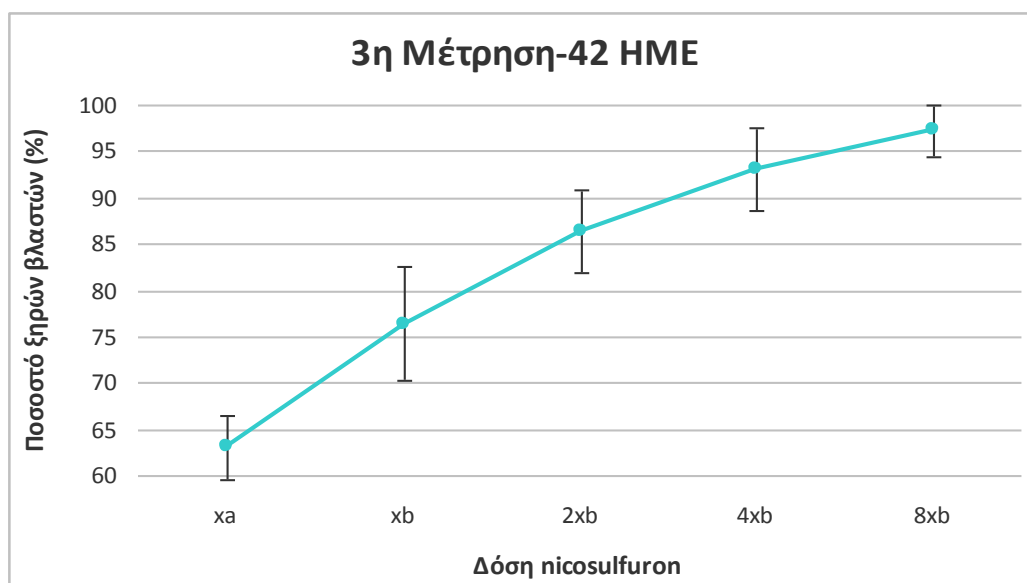
Στις 28 ΗΜΕ, το μικρότερο ποσοστό που καταγράφηκε ήταν για την xa δόση του nicosulfuron (0%) και το μεγαλύτερο ήταν για την 8xb δόση του nicosulfuron (66,39%) (Διάγραμμα 9). Στατιστικά σημαντικές διαφορές βρέθηκαν στις xa και xb δόσεις με τις 2xb, 4xb και 8xb δόσεις, ενώ μεταξύ των xa και xb δόσεων δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά.



Διάγραμμα 9. Ποσοστό ξηρών βλαστών (%) στις διαφορετικές δόσεις του nicosulfuron στις 28 ΗΜΕ (ημέρες μετά την εφαρμογή, 2^η μέτρηση).

3^η Μέτρηση

Στην επόμενη μέτρηση διαπιστώθηκε ότι δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των 4xb και 8xb δόσεων. Ενώ καταγράφηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των 4xb και 8xb δόσεων με τις xa, xb και 2xb δόσεις. Το μικρότερο ποσοστό καταγράφηκε στην xa δόση του nicosulfuron (63,06%), ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό καταγράφηκε στην 8xb δόση του nicosulfuron (97,22%) (Διάγραμμα 10).

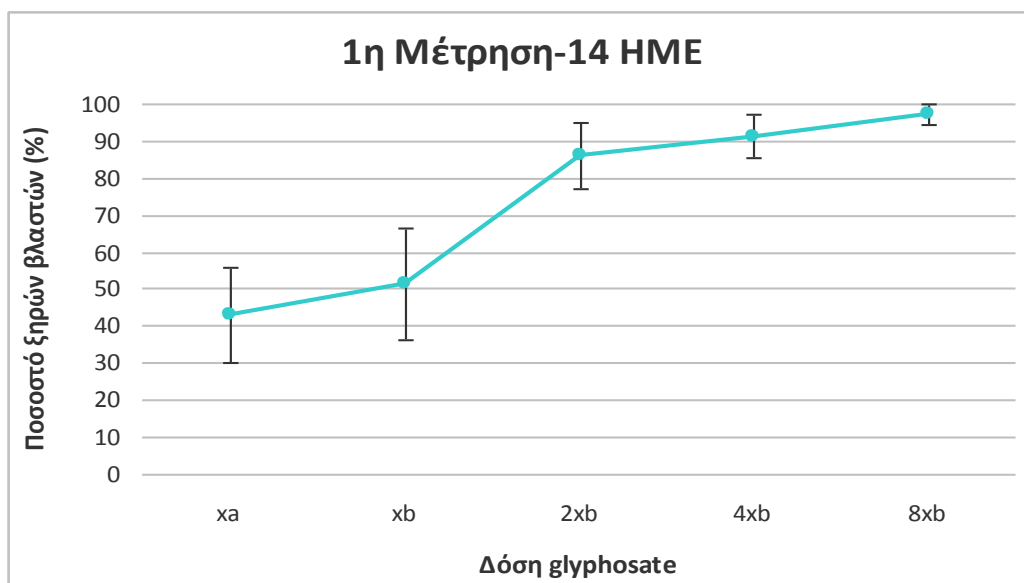


Διάγραμμα 10. Ποσοστό ξηρών βλαστών (%) στις διαφορετικές δόσεις του nicosulfuron στις 42 ΗΜΕ (ημέρες μετά την εφαρμογή, 3^η μέτρηση).

3.1.3 glyphosate

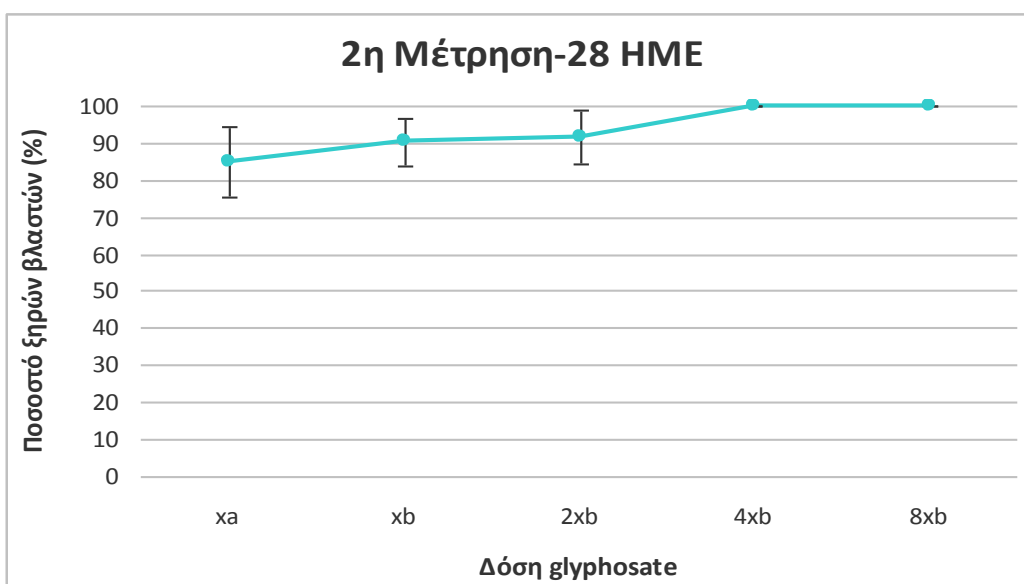
1^η Μέτρηση

Στην πρώτη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 14 ημέρες μετά την εφαρμογή του glyphosate, παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των xa και xb δόσεων με τις 2xb, 4xb και 8xb δόσεων. Σε αυτή τη μέτρηση το μεγαλύτερο ποσοστό παρατηρήθηκε στην 8xb δόση του glyphosate (97,22%), ενώ το μικρότερο στην xa δόση του glyphosate (43,10%) (Διάγραμμα 11). Επίσης μεταξύ των 4xb και 8xb δόσεων δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, όπως και μεταξύ των xa και xb δόσεων.



Διάγραμμα 11. Ποσοστό ξηρών βλαστών (%) στις διαφορετικές δόσεις του glyphosate στις 14 ΗΜΕ (ημέρες μετά την εφαρμογή, 1^η μέτρηση).

2^η Μέτρηση

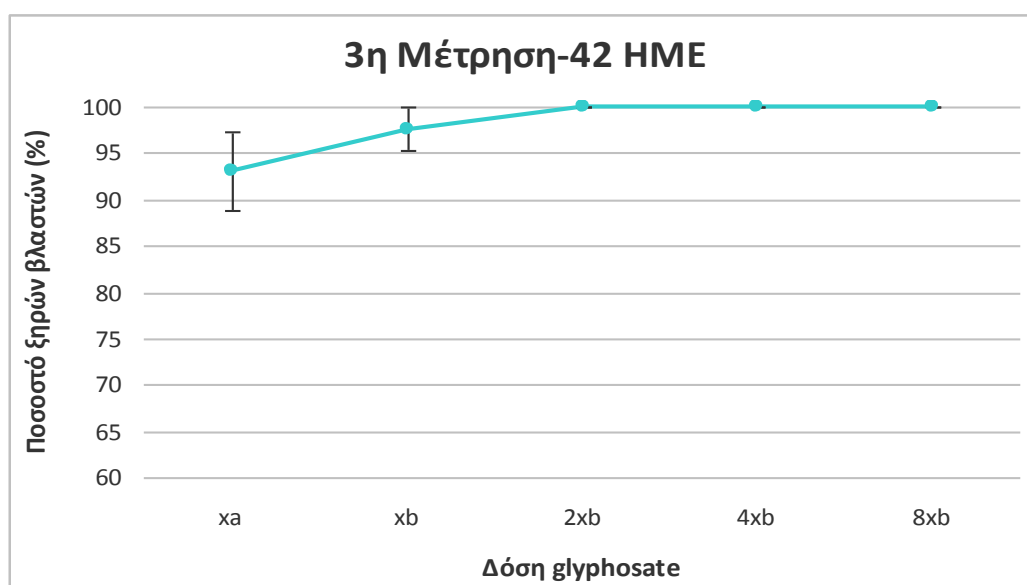


Διάγραμμα 12. Ποσοστό ξηρών βλαστών (%) στις διαφορετικές δόσεις του glyphosate στις 28 ΗΜΕ (ημέρες μετά την εφαρμογή, 2^η μέτρηση).

Το μεγαλύτερο ποσοστό που καταγράφηκε στις 28 ΗΜΕ αφορά τις 4xb και 8xb δόσεις του glyphosate (100%), ενώ το μικρότερο παρατηρήθηκε στην xa δόση του glyphosate (85%) (Διάγραμμα 12). Καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ της xa δόσεις με τις υπόλοιπες (xb, 2xb, 4xb και 8xb), ενώ μεταξύ των xb, 2xb, 4xb και 8xb δόσεων δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά.

3^η Μέτρηση

Στις 42 ΗΜΕ, το μικρότερο ποσοστό ξηρών βλαστών καταγράφηκε στην xa δόση του glyphosate (93,06%), ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό ξηρών βλαστών καταγράφηκε στις 2xb, 4xb και 8xb δόσεις του glyphosate (100%) (Διάγραμμα 13). Παρόλ' αυτά δεν παρατηρήθηκε καμία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δόσεων.

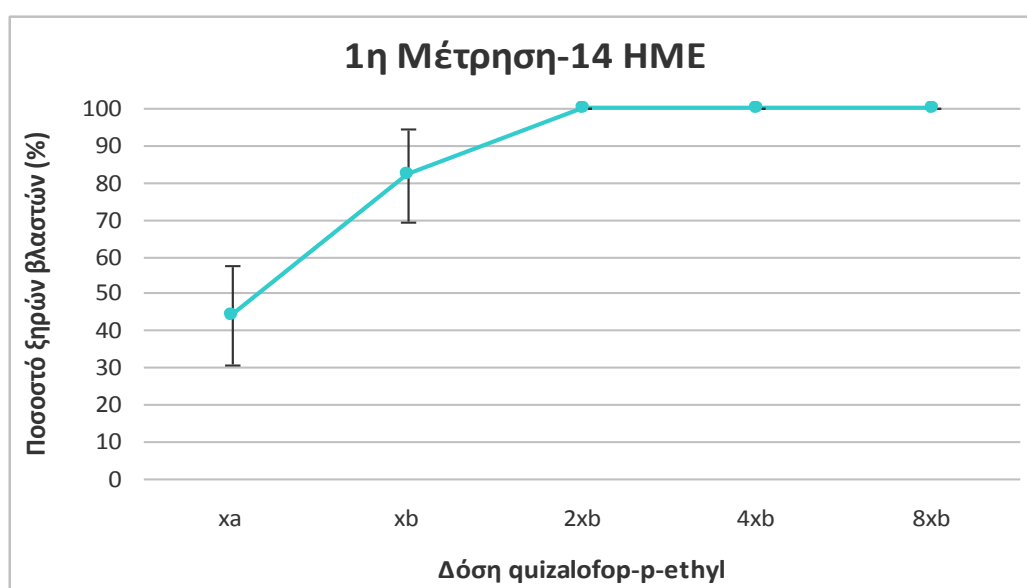


Διάγραμμα 13. Ποσοστό ξηρών βλαστών (%) στις διαφορετικές δόσεις του glyphosate στις 42 ΗΜΕ (ημέρες μετά την εφαρμογή, 3^η μέτρηση).

3.1.4 quizalofop-p-ethyl

1^η Μέτρηση

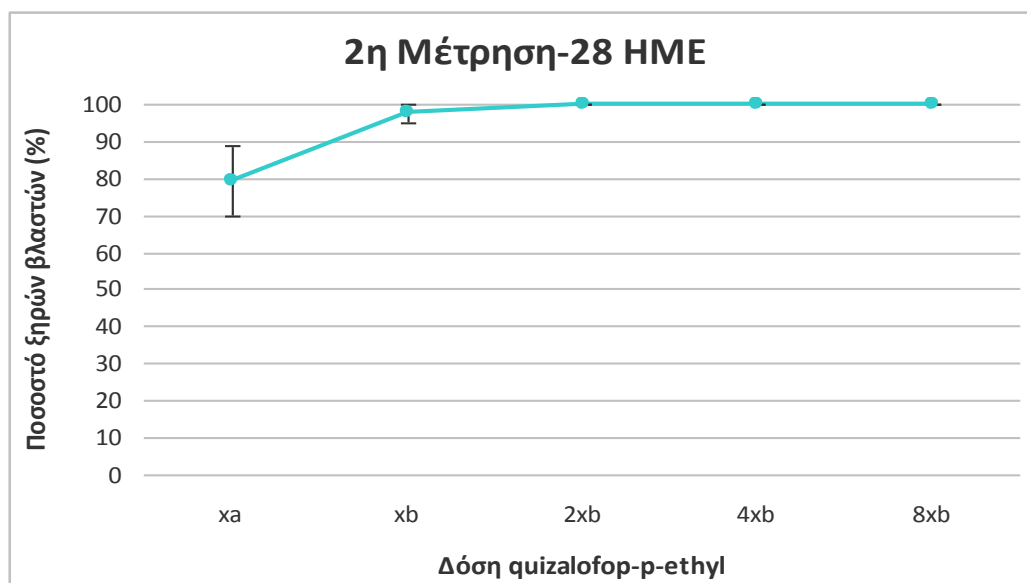
Στη πρώτη μέτρηση του ποσοστού ξηρών βλαστών που έγινε, παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της χα δόσης του quizalofop-p-ethyl με τις 2xb, 4xb και 8xb δόσεις του. Ενώ μεταξύ των 2xb, 4xb και 8xb δόσεων δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά. Το μικρότερο ποσοστό καταγράφηκε στην χα δόση του quizalofop-p-ethyl (44,17%), ενώ το μεγαλύτερο ποσοστό καταγράφηκε στις 2xb, 4xb και 8xb δόσεις του quizalofop-p-ethyl (100%) (Διάγραμμα 14).



Διάγραμμα 14. Ποσοστό ξηρών βλαστών (%) στις διαφορετικές δόσεις του quizalofop-p-ethyl στις 14 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή, 1^η μέτρηση).

2^η Μέτρηση

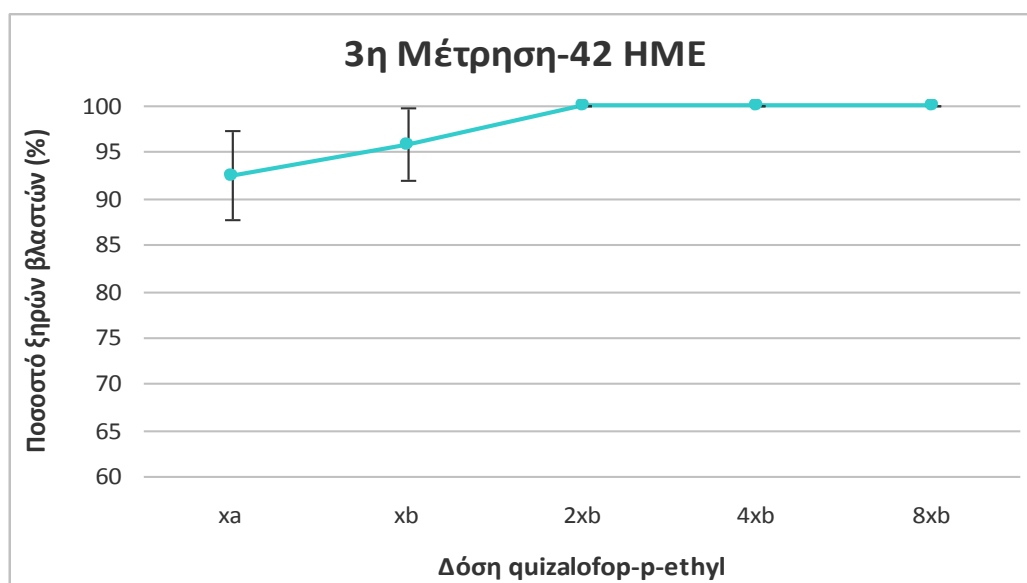
Στις 28 HME, το μικρότερο ποσοστό που καταγράφηκε ήταν για την χα δόση του quizalofop-p-ethyl (79,44%), ενώ το μεγαλύτερο παρατηρήθηκε στις 2xb, 4xb και 8xb δόσεις του quizalofop-p-ethyl (100%) (Διάγραμμα 15). Μεταξύ της χα δόσης με τις 2xb, 4xb και 8xb δόσεις υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, ενώ μεταξύ των 2xb, 4xb και 8xb δόσεων δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.



Διάγραμμα 15. Ποσοστό ξηρών βλαστών (%) στις διαφορετικές δόσεις του quizalofop-p-ethyl στις 28 ΗΜΕ (ημέρες μετά την εφαρμογή, 2^η μέτρηση).

3^η Μέτρηση

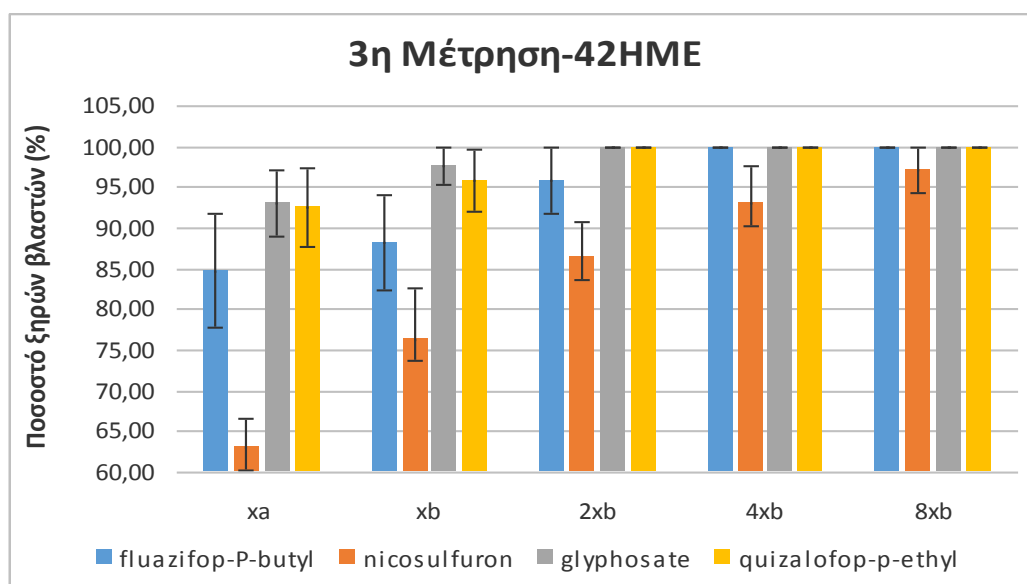
Στην τρίτη μέτρηση που έγινε στις 42 ΗΜΕ, καταγράφηκε το μεγαλύτερο ποσοστό για τις 2xb, 4xb και 8xb δόσεις του quizalofop-p-ethyl (100%) και το μικρότερο ποσοστό για την xa δόση του quizalofop-p-ethyl (92,50%) (Διάγραμμα 16). Ενώ δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δόσεων.



Διάγραμμα 16. Ποσοστό ξηρών βλαστών (%) στις διαφορετικές δόσεις του quizalofop-p-ethyl στις 42 ΗΜΕ (ημέρες μετά την εφαρμογή, 3^η μέτρηση).

3.1.5 Συνολικό Ποσοστό Ξηρών Βλαστών στις 42 ΗΜΕ

Στην τρίτη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 42 ΗΜΕ στην χα δόση παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του nicosulfuron με τα υπόλοιπα ζιζανιοκτόνα (fluazifop-P-butyl, glyphosate και quizalofop-p-ethyl), ενώ μεταξύ των glyphosate και quizalofop-p-ethyl δεν υπήρξε στατιστικά σημαντική διαφορά. Στην xb δόση υπήρξαν ομοίως στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του nicosulfuron με τα υπόλοιπα ζιζανιοκτόνα, ενώ μεταξύ των fluazifop-P-butyl, glyphosate και quizalofop-p-ethyl δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Το ίδιο καταγράφηκε και για την 2xb δόση των ζιζανιοκτόνων. Ενώ στις 4xb και 8xb δόσεις δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των ζιζανιοκτόνων. Το μικρότερο ποσοστό καταγράφηκε στην χα δόση του nicosulfuron (63,06%), ενώ το μεγαλύτερο βρέθηκε στις 2xb, 4xb και 8xb δόσεις των glyphosate και quizalofop-p-ethyl αλλά και στις 4xb και 8xb δόσεις του fluazifop-P-butyl όπου ήταν 100% (Διάγραμμα 17).



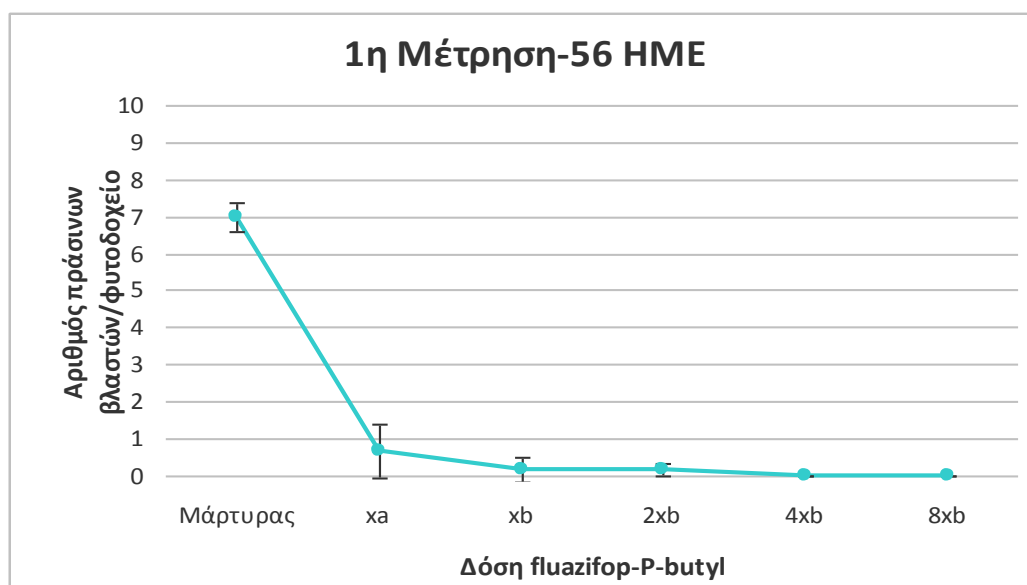
Διάγραμμα 17. Επίδραση των ζιζανιοκτόνων στο ποσοστό ξηρών βλαστών (%) του βέλιουρα στις 42 ΗΜΕ (ημέρες μετά την εφαρμογή, 3^η μέτρηση).

3.2 Αριθμός Πράσινων Βλαστών

3.2.1 fluazifop-P-butyl

1^η Μέτρηση

Κατά την πρώτη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 18 Ιουλίου του 2018 δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των δόσεων του fluazifop-P-butyl (xa, xb, 2xb, 4xb και 8xb). Ενώ παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα και όλων των δόσεων του ζιζανιοκτόνου. Ο μεγαλύτερος αριθμός πράσινων βλαστών καταγράφηκε στον μάρτυρα (7 βλαστοί/φυτοδοχείο), ενώ ο μικρότερος στις 4xb και 8xb δόσεις του fluazifop-P-butyl (0 βλαστοί/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 18).

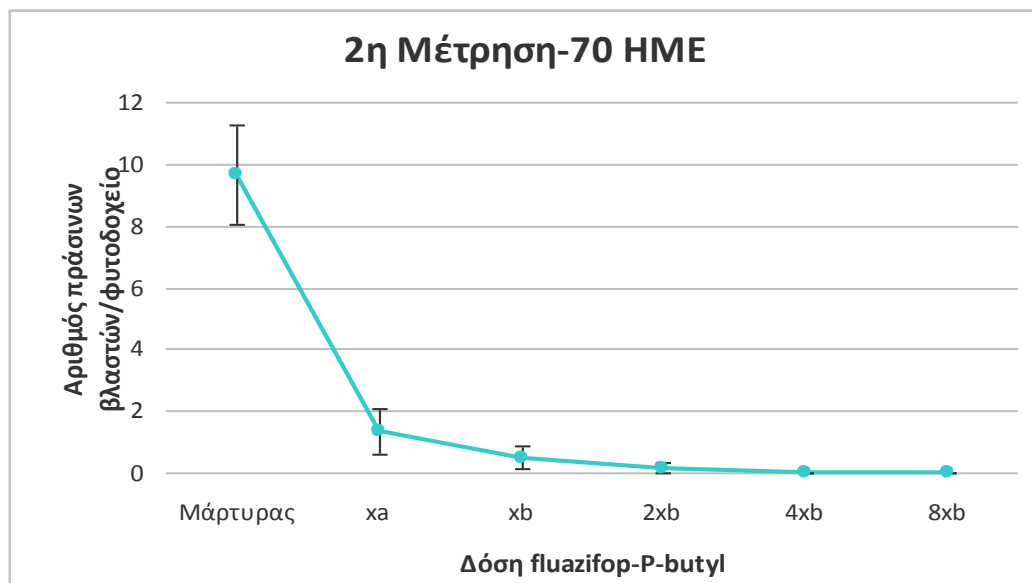


Διάγραμμα 18. Αριθμός πράσινων βλαστών/φυτοδοχείο στις διαφορετικές δόσεις του fluazifop-P-butyl στις 56 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή, 1^η μέτρηση).

2^η Μέτρηση

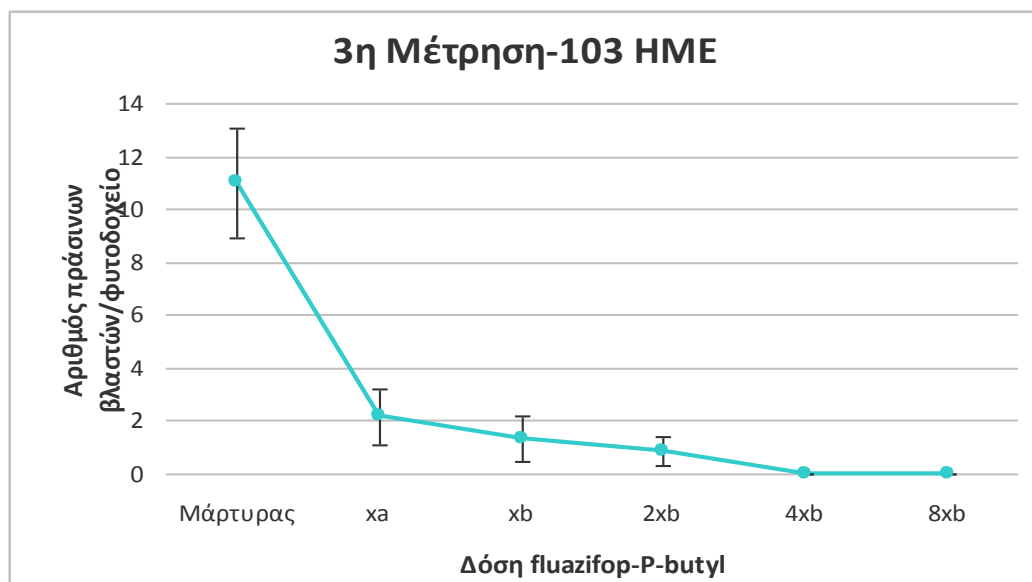
Στην δεύτερη μέτρηση που έγινε στις 70 HME ακολούθησαν παρόμοια αποτελέσματα. Αφού τον μεγαλύτερο αριθμό πράσινων βλαστών κατείχε ο μάρτυρας (9,67 βλαστοί/φυτοδοχείο) και τον μικρότερο οι 4xb και 8xb δόσεις του fluazifop-P-butyl (0 βλαστοί/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 19). Ενώ δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των δόσεων του fluazifop-P-butyl και οι μόνες

στατιστικά σημαντικές ήταν μεταξύ του μάρτυρα και όλων των δόσεων του ζιζανιοκτόνου.



Διάγραμμα 19. Αριθμός πράσινων βλαστών/φυτοδοχείο στις διαφορετικές δόσεις του fluazifop-P-butyl στις 70 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή, 2^η μέτρηση).

3^η Μέτρηση



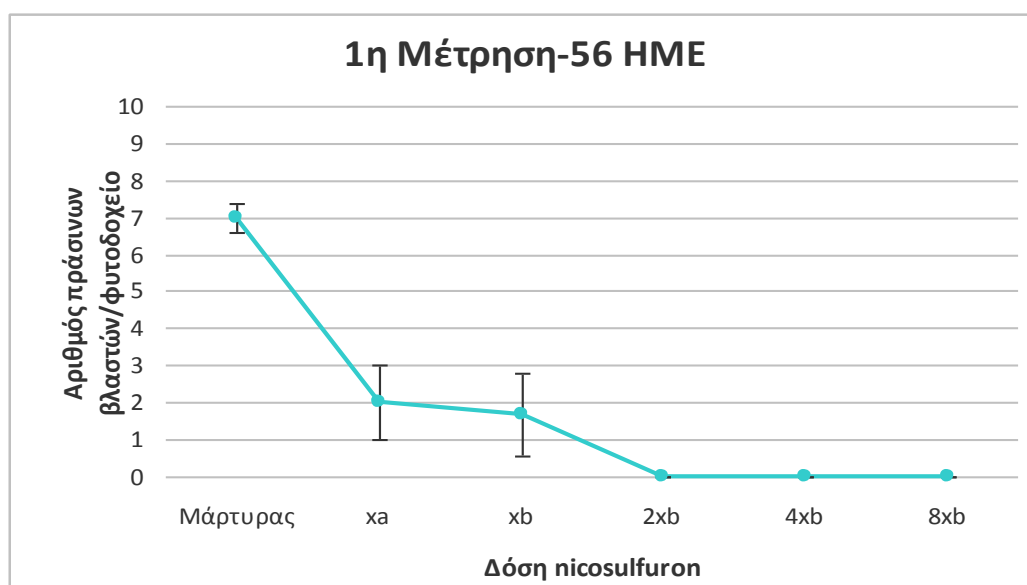
Διάγραμμα 20. Αριθμός πράσινων βλαστών/φυτοδοχείο στις διαφορετικές δόσεις του fluazifop-P-butyl στις 103 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή, 3^η μέτρηση).

Στην τρίτη μέτρηση που έγινε στις 3 Σεπτεμβρίου του 2018 δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των δόσεων του fluazifor-P-butyl. Ενώ μεταξύ του μάρτυρα και όλων των δόσεων του fluazifor-P-butyl υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Ο μικρότερος αριθμός πράσινων βλαστών που καταγράφηκε ήταν στις 4xb και 8xb δόσεις του fluazifor-P-butyl (0 βλαστοί/φυτοδοχείο), ενώ ο μεγαλύτερος αριθμός καταγράφηκε για τον μάρτυρα (11 βλαστοί/φυτοδοχείο) και (Διάγραμμα 20).

3.2.2 nicosulfuron

1^η Μέτρηση

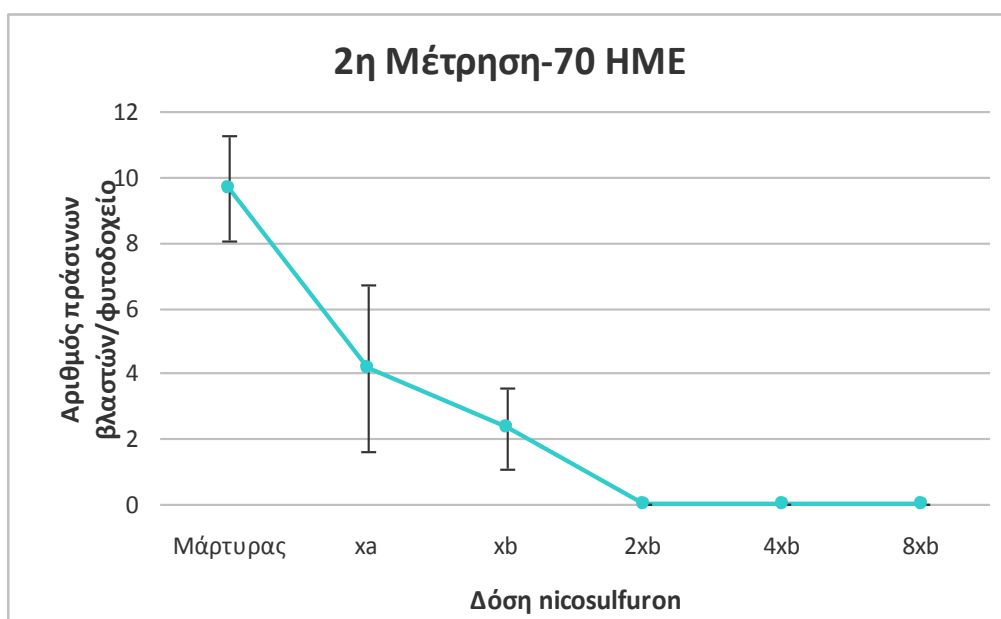
Στις 56 HME, δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των xa και xb δόσεων με τις 2xb, 4xb και 8xb δόσεις του nicosulfuron. Αλλά βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα με όλες τις δόσεις του nicosulfuron. Ο μεγαλύτερος αριθμός πράσινων βλαστών καταγράφηκε στον μάρτυρα (7 βλαστοί/φυτοδοχείο), ενώ ο μικρότερος στις 2xb, 4xb και 8xb δόσεις του nicosulfuron (0 βλαστοί/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 21).



Διάγραμμα 21. Αριθμός πράσινων βλαστών/φυτοδοχείο στις διαφορετικές δόσεις του nicosulfuron στις 56 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή, 1^η μέτρηση).

2^η Μέτρηση

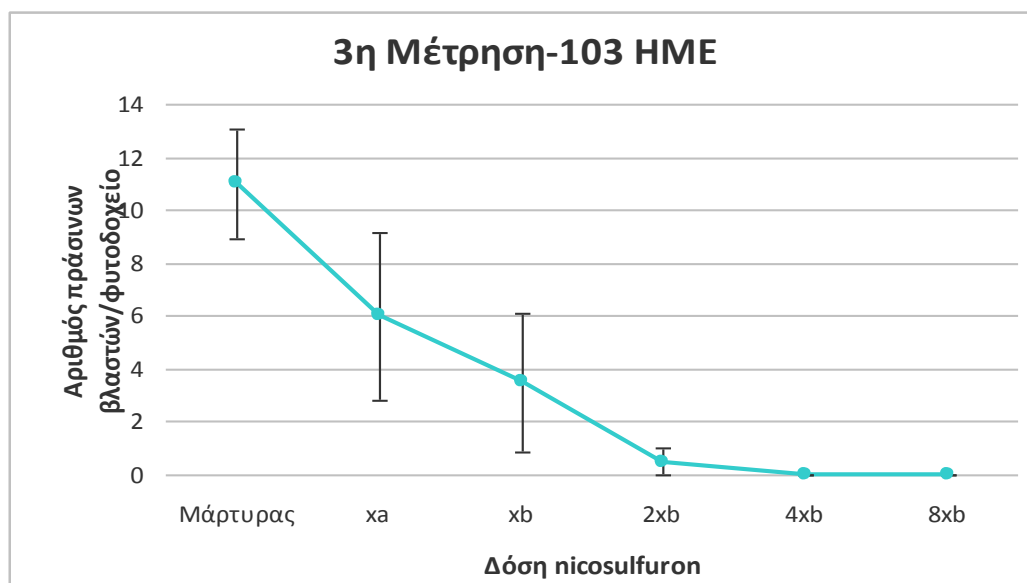
Στην δεύτερη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 1 Αυγούστου του 2018 (70 HME) καταγράφηκαν παρόμοια αποτελέσματα. Ο μικρότερος αριθμός πράσινων βλαστών βρέθηκε στις 2xb, 4xb και 8xb δόσεις του nicosulfuron (0 βλαστοί/φυτοδοχείο) και ο μεγαλύτερος στον μάρτυρα (9,67 βλαστοί/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 22). Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ του μάρτυρα και όλων των δόσεων του nicosulfuron, σε αντίθεση με τις xa και xb δόσεις με τις 2xb, 4xb και 8xb.



Διάγραμμα 22. Αριθμός πράσινων βλαστών/φυτοδοχείο στις διαφορετικές δόσεις του nicosulfuron στις 70 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή, 2^η μέτρηση).

3^η Μέτρηση

Στην επόμενη μέτρηση παρουσιάστηκαν τα ίδια αποτελέσματα. Παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα με όλες τις δόσεις του nicosulfuron, ενώ καμία στατιστικά σημαντική διαφορά δεν βρέθηκε μεταξύ των xa και xb δόσεων με τις 2xb, 4xb και 8xb δόσεις. Επίσης ο μεγαλύτερος αριθμός πράσινων βλαστών καταγράφηκε στον μάρτυρα (11 βλαστοί/φυτοδοχείο) και ο μικρότερος στις 4xb και 8xb δόσεις του nicosulfuron (0 βλαστοί/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 23).



Διάγραμμα 23. Αριθμός πράσινων βλαστών/φυτοδοχείο στις διαφορετικές δόσεις του nicosulfuron στις 103 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή, 3^η μέτρηση).

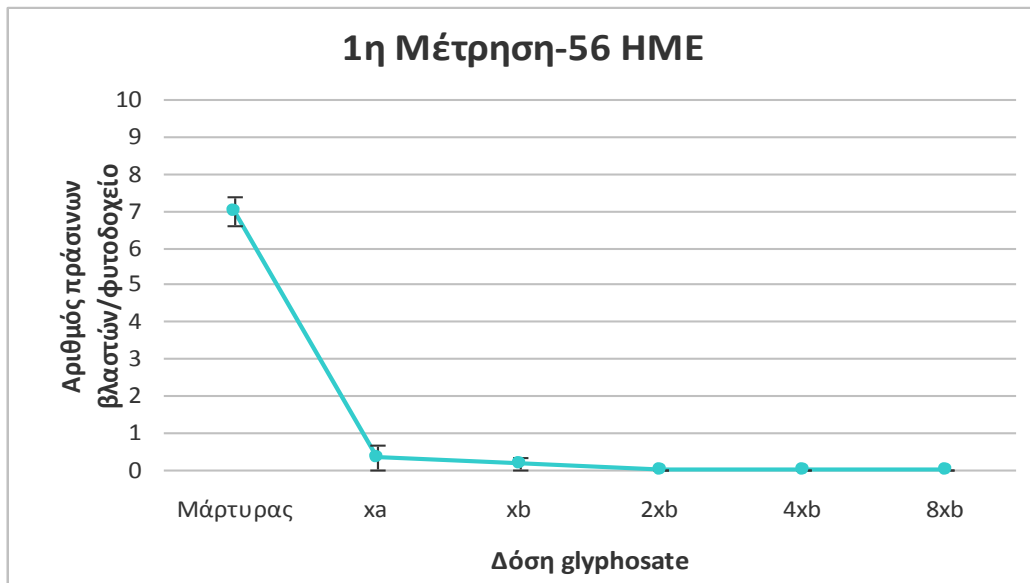
3.2.3 glyphosate

1^η Μέτρηση

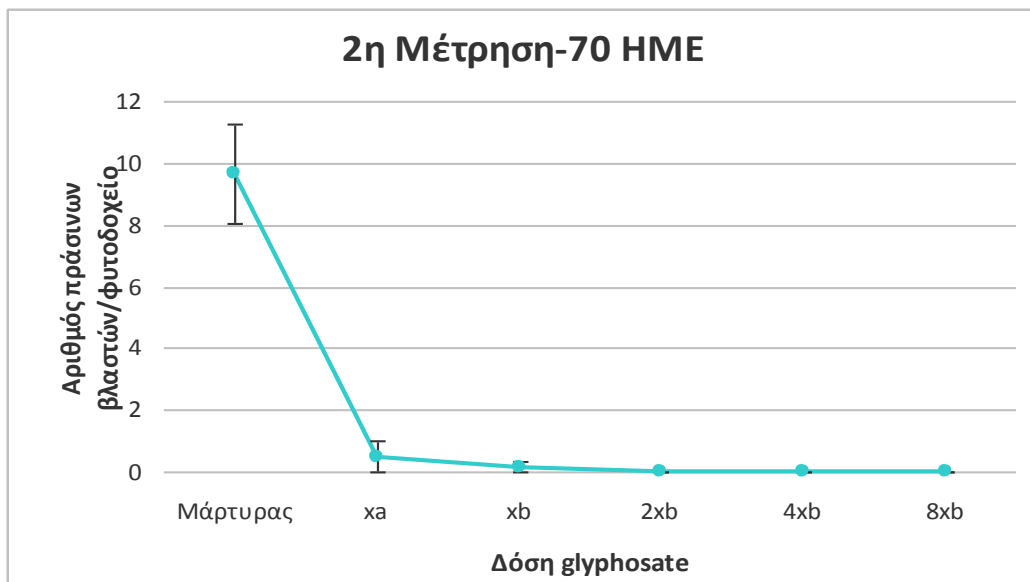
Ο μεγαλύτερος αριθμός πράσινων βλαστών καταγράφηκε στον μάρτυρα (7 βλαστοί/φυτοδοχείο), ενώ ο μικρότερος καταγράφηκε στις 2xb, 4xb και 8xb δόσεις του glyphosate (0 βλαστοί/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 24). Παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του μάρτυρα με όλες τις δόσεις του glyphosate. Αντιθέτως μεταξύ του μάρτυρα με όλες τις δόσεις του ζιζανιοκτόνου δεν υπήρξε στατιστικώς σημαντική διαφορά.

2^η Μέτρηση

Παρόμοια αποτελέσματα καταγράφηκαν και κατά την δεύτερη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε. Ομοίως δεν καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα με όλες τις δόσεις του glyphosate. Ενώ διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του μάρτυρα με όλες τις δόσεις του. Η μεγαλύτερη τιμή καταγράφηκε στον μάρτυρα (9,67 βλαστοί/φυτοδοχείο), ενώ η μικρότερη στις 2xb, 4xb και 8xb δόσεις του glyphosate (0 βλαστοί/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 25).



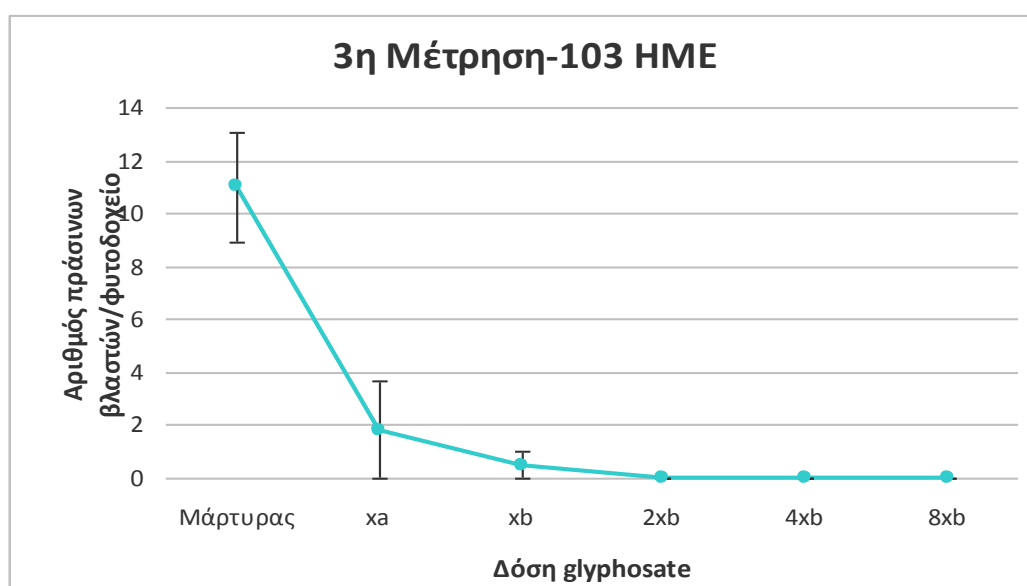
Διάγραμμα 24. Αριθμός πράσινων βλαστών/φυτοδοχείο στις διαφορετικές δόσεις του glyphosate στις 56 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή, 1^η μέτρηση).



Διάγραμμα 25. Αριθμός πράσινων βλαστών/φυτοδοχείο στις διαφορετικές δόσεις του glyphosate στις 70 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή, 2^η μέτρηση).

3^η Μέτρηση

Τδια ακριβώς αποτελέσματα ακολούθησαν και κατά την τρίτη μέτρηση (103 HME). Με την μεγαλύτερη τιμή να καταγράφεται κατά την μέτρηση του μάρτυρα (11 βλαστοί/φυτοδοχείο), ενώ η μικρότερη κατά την μέτρηση των 2xb, 4xb και 8xb δόσεων του glyphosate (0 βλαστοί/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 26). Τέλος στατιστικά σημαντική διαφορά βρέθηκε μεταξύ του μάρτυρα με όλες τις δόσεις του glyphosate.

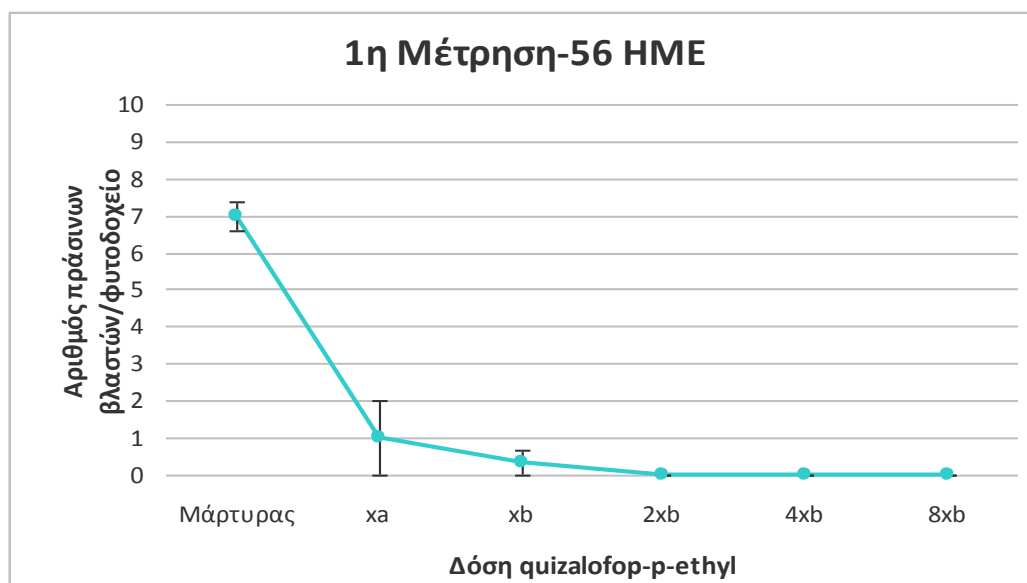


Διάγραμμα 26. Αριθμός πράσινων βλαστών/φυτοδοχείο στις διαφορετικές δόσεις του glyphosate στις 103 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή, 3^η μέτρηση).

3.2.4 quizalofop-p-ethyl

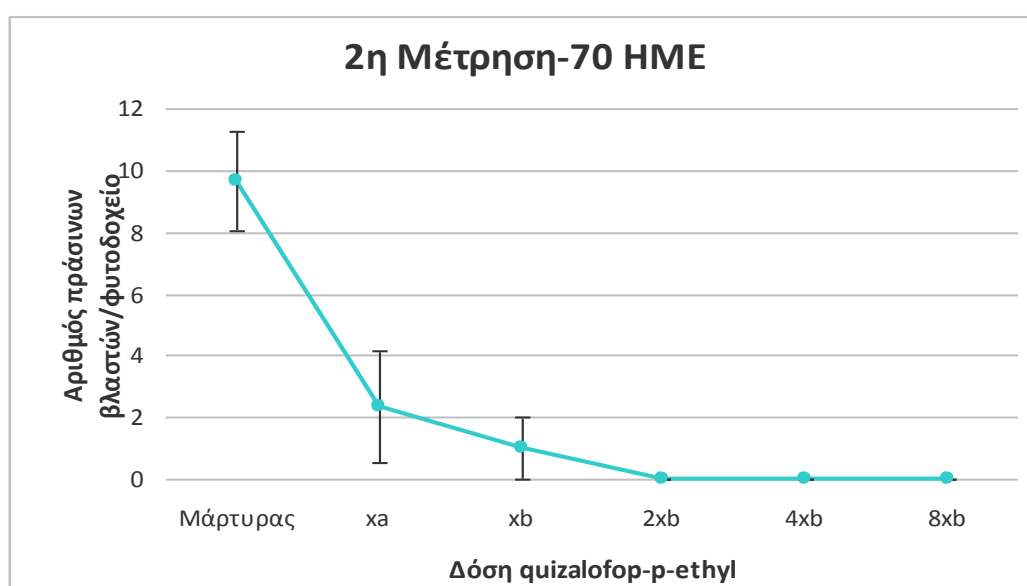
1^η Μέτρηση

Στις 56 HME, στατιστικά σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε μεταξύ του μάρτυρα με όλες τις δόσεις του quizalofop-p-ethyl. Επίσης ο μεγαλύτερος αριθμός πράσινων βλαστών καταγράφηκε στον μάρτυρα (7 βλαστοί/φυτοδοχείο), ενώ ο μικρότερος στις 2xb, 4xb και 8xb δόσεις του quizalofop-p-ethyl (0 βλαστοί/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 27).



Διάγραμμα 27. Αριθμός πράσινων βλαστών/φυτοδοχείο στις διαφορετικές δόσεις του quizalofop-p-ethyl στις 56 ΗΜΕ (ημέρες μετά την εφαρμογή, 1^η μέτρηση).

2^η Μέτρηση



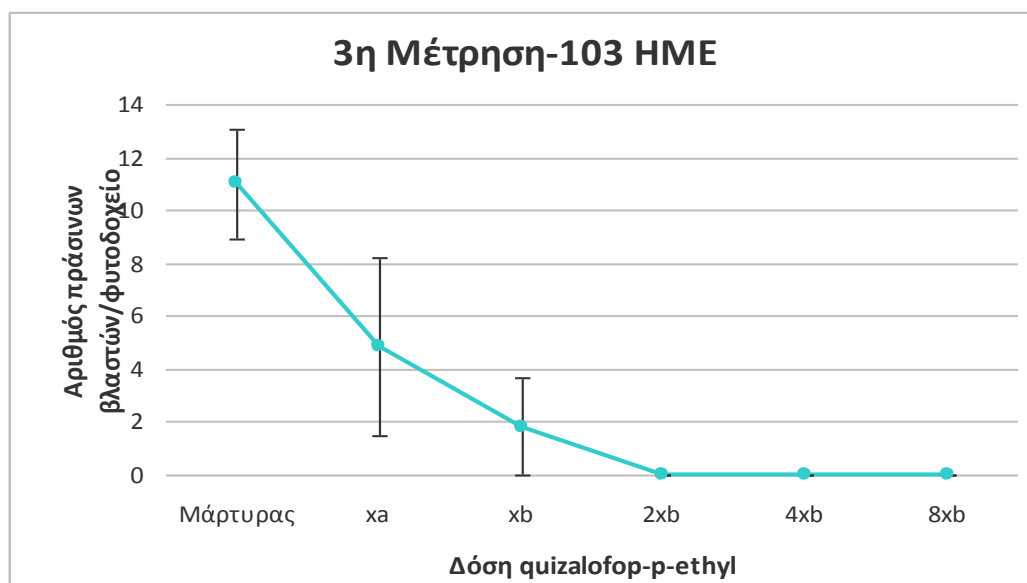
Διάγραμμα 28. Αριθμός πράσινων βλαστών/φυτοδοχείο στις διαφορετικές δόσεις του quizalofop-p-ethyl στις 70 ΗΜΕ (ημέρες μετά την εφαρμογή, 2^η μέτρηση).

Ίδια αποτελέσματα ακολούθησαν και κατά την δεύτερη μέτρηση καταγράφοντας ως μεγαλύτερη τιμή αυτή του μάρτυρα (9,67 βλαστοί/φυτοδοχείο), ενώ ως μικρότερη

αυτή των 2xb, 4xb και 8xb δόσεων του quizalofop-p-ethyl (0 βλαστοί/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 28). Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των xa και xb δόσεων με τις 2xb, 4xb και 8xb δόσεις του quizalofop-p-ethyl. Αλλά βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα με όλες τις δόσεις του ζιζανιοκτόνου.

3^η Μέτρηση

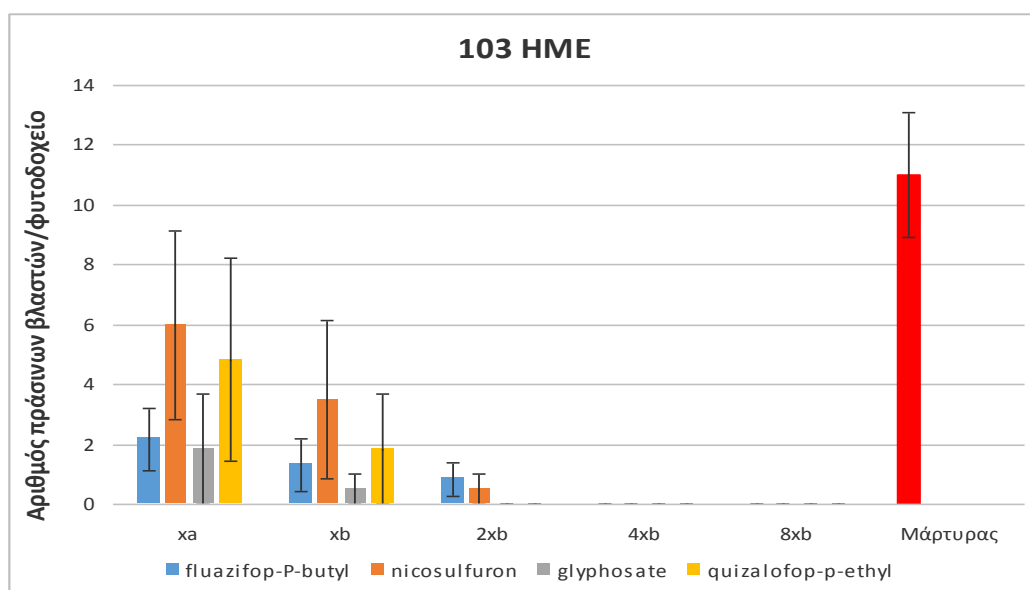
Όμοια αποτελέσματα καταγράφηκαν και κατά την 103 HME, έχοντας ως μικρότερο αριθμό πράσινων βλαστών στις 2xb, 4xb και 8xb δόσεις του quizalofop-p-ethyl (0 βλαστοί/φυτοδοχείο) και ως μεγαλύτερο στον μάρτυρα (11 βλαστοί/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 29). Ενώ στατιστικά σημαντική διαφορά βρέθηκε μεταξύ του μάρτυρα με όλες τις δόσεις του ζιζανιοκτόνου.



Διάγραμμα 29. Αριθμός πράσινων βλαστών/φυτοδοχείο στις διαφορετικές δόσεις του quizalofop-p-ethyl στις 103 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή, 3^η μέτρηση).

3.2.5 Συνολικός Αριθμός Πράσινων Βλαστών στις 103 ΗΜΕ

Ο μικρότερος αριθμός πράσινων βλαστών που καταγράφηκε στις 103 ΗΜΕ ήταν για την 2xb δόση του glyphosate, αλλά και για τις 4xb και 8xb δόσεις όλων των ζιζανιοκτόνων (0 βλαστοί/φυτοδοχείο), ενώ ο μεγαλύτερος αριθμός βρέθηκε στον μάρτυρα (11 βλαστοί/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 30). Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ του μάρτυρα με όλες τις δόσεις των επεμβάσεων που πραγματοποιήθηκαν. Ενώ πιο συγκεκριμένα στην xa δόση καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του nicosulfuron και του quizalofop-p-ethyl με το fluazifop-P-butyl και το glyphosate, όπως και στην xb δόση αντίστοιχα. Στην 2xb δόση καταγράφηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του fluazifop-P-butyl και του nicosulfuron με το glyphosate και το quizalofop-p-ethyl. Ενώ τέλος στις 4xb και 8xb δόσεις δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των επεμβάσεων.



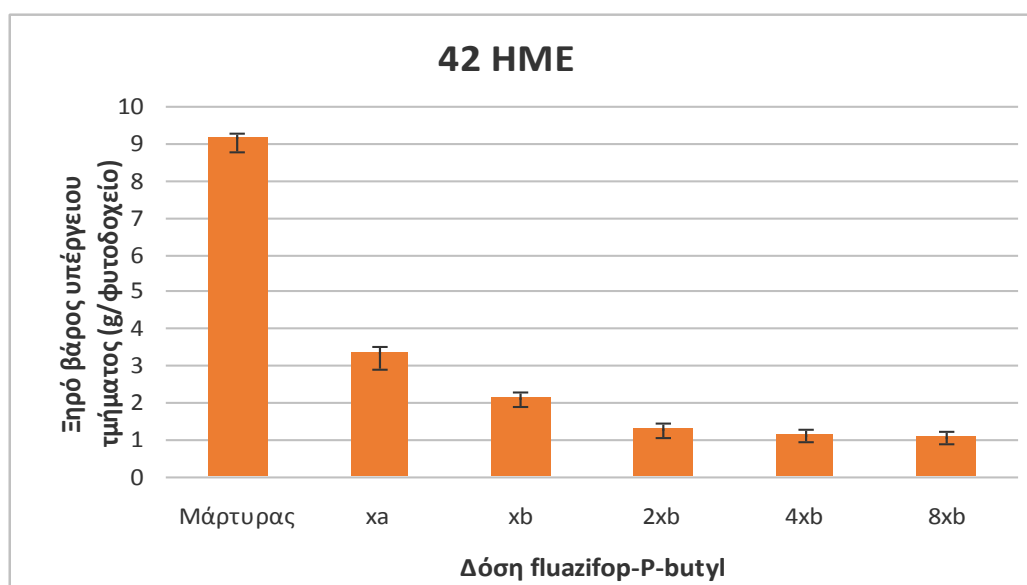
Διάγραμμα 30. Επίδραση των ζιζανιοκτόνων στον αριθμό των πράσινων βλαστών/φυτοδοχείο του βέλιουρα στις 103 ΗΜΕ (ημέρες μετά την εφαρμογή).

3.3 Ξηρό Βάρος Υπέργειου Τμήματος

3.3.1 fluazifop-P-butyl

1^η Μέτρηση

Η πρώτη μέτρηση του ξηρού βάρους για το υπέργειο τμήμα του βέλιουρα έγινε 4 Ιουλίου του 2018, όπου και καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα με όλες τις δόσεις του fluazifop-P-butyl. Ενώ καμία στατιστικά σημαντική διαφορά δεν παρατηρήθηκε μεταξύ των δόσεων (xa, xb, 2xb, 4xb και 8xb) του ζιζανιοκτόνου. Τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι το μικρότερο ξηρό βάρος ήταν της 8xb δόσης του fluazifop-P-butyl (1,06 g/φυτοδοχείο), ενώ το μεγαλύτερο κατείχε ο μάρτυρας (9,15 g/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 31).

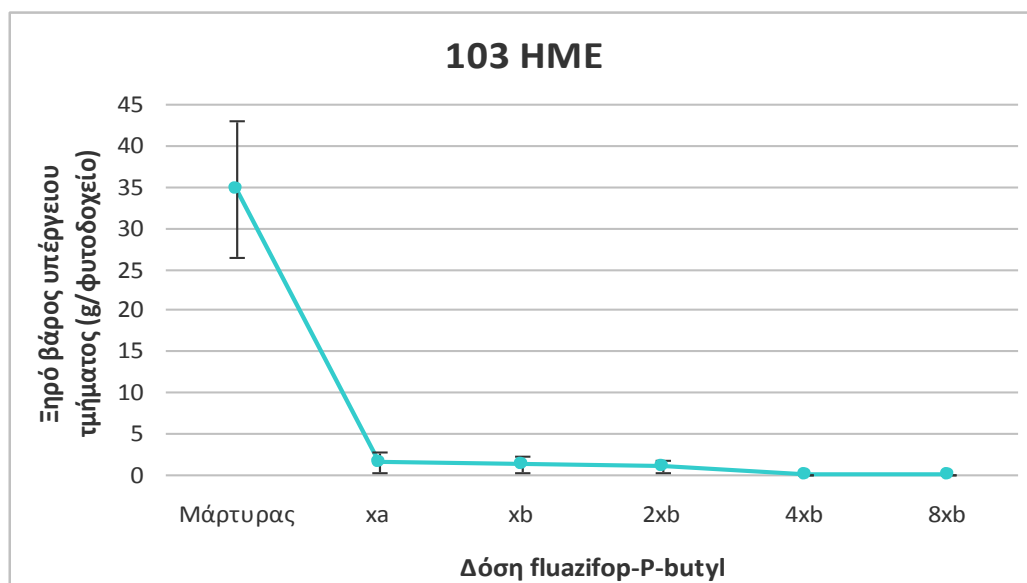


Διάγραμμα 31. Επίδραση του fluazifop-P-butyl στο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος (g/φυτοδοχείο) του βέλιουρα στις 42 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή, 1^η μέτρηση).

2^η Μέτρηση

Στην δεύτερη μέτρηση στις 103 HME, το μεγαλύτερο ξηρό βάρος καταγράφηκε ξανά στον μάρτυρα (34,63 g/φυτοδοχείο), όπως και το μικρότερο στις 4xb και 8xb δόσεις του fluazifop-P-butyl (0 g/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 32). Ενώ στατιστικά

σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ του μάρτυρα με όλες τις δόσεις του ζιζανιοκτόνου.

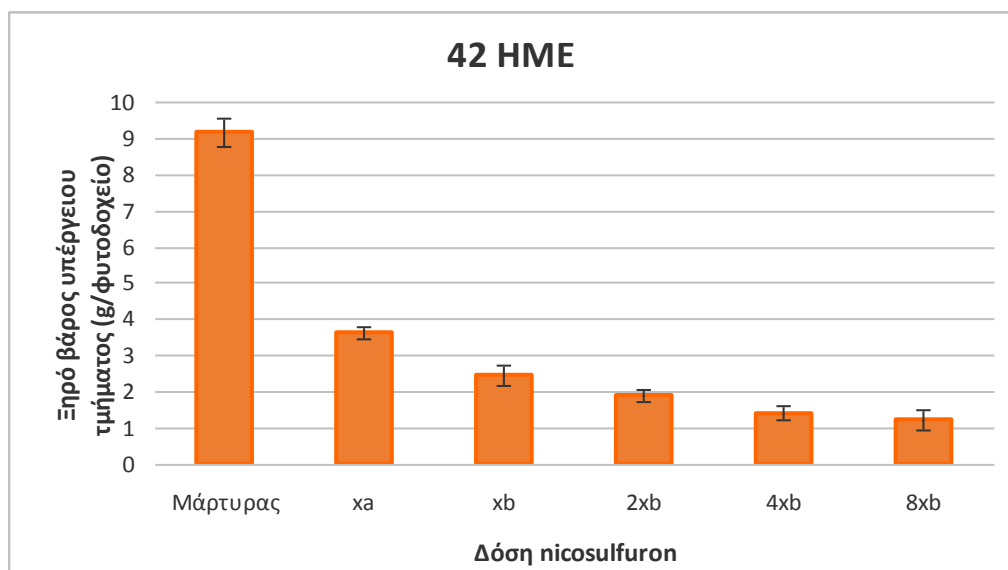


Διάγραμμα 32. Επίδραση του fluazifop-P-butyl στο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος (g/φυτοδοχείο) του βέλιουρα στις 103 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή, 2^η μέτρηση).

3.3.2 nicosulfuron

1^η Μέτρηση

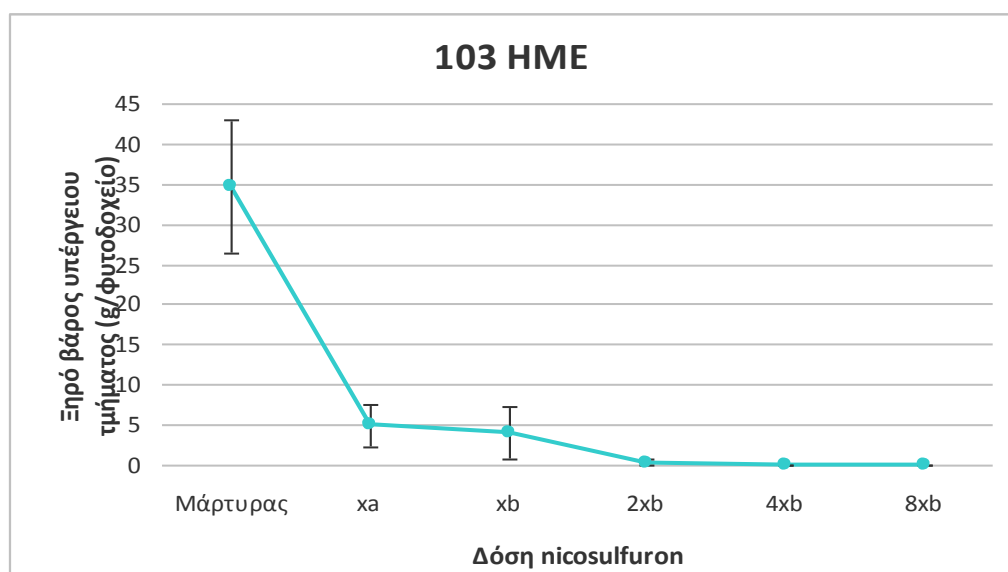
Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν και στην επέμβαση του nicosulfuron, πιο συγκεκριμένα καμία στατιστικά σημαντική διαφορά δεν βρέθηκε μεταξύ των δόσεων του ζιζανιοκτόνου. Αλλά μόνο μεταξύ του μάρτυρα με τις διαφορετικές δόσεις του nicosulfuron καταγράφηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Η μεγαλύτερη τιμή καταγράφηκε στον μάρτυρα μάρτυρα (9,15 g/φυτοδοχείο), ενώ η μικρότερη καταγράφηκε στην 8xb δόση του nicosulfuron (1,25 g/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 33).



Διάγραμμα 33. Επίδραση του nicosulfuron στο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος (g/φυτοδοχείο) του βέλιουρα στις 42 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή, 1^η μέτρηση).

2^η Μέτρηση

Όμοια ήταν και τα αποτελέσματα στις 103 HME, όπου παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα με τις δόσεις του nicosulfuron. Το μικρότερο ξηρό βάρος ήταν για τις 4xb και 8xb δόσεις του nicosulfuron (0 g/φυτοδοχείο), ενώ το μεγαλύτερο καταγράφηκε για τον μάρτυρα (34,63 g/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 34).

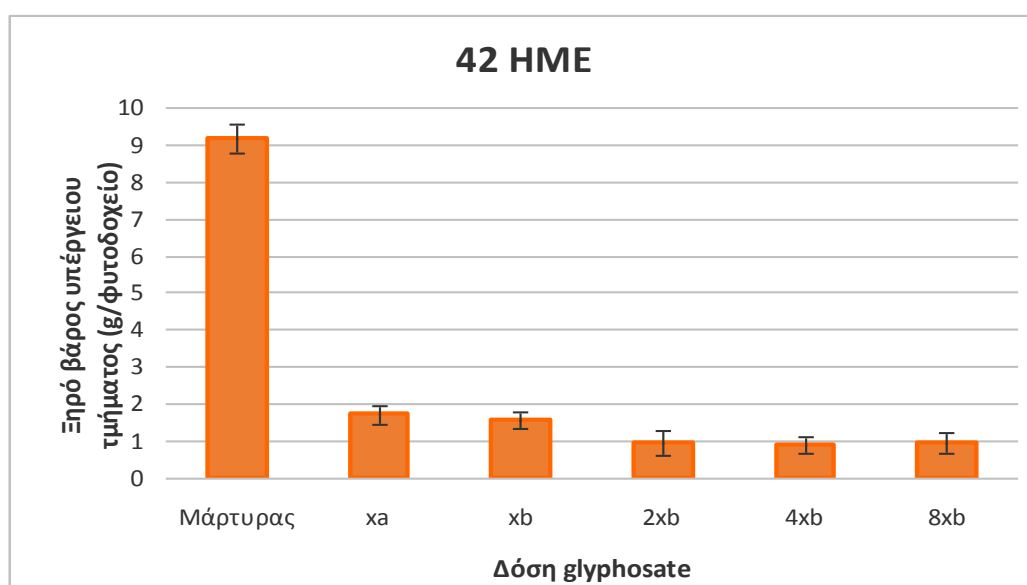


Διάγραμμα 34. Επίδραση του nicosulfuron στο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος (g/φυτοδοχείο) του βέλιουρα στις 103 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή, 2^η μέτρηση).

3.3.3 glyphosate

1^η Μέτρηση

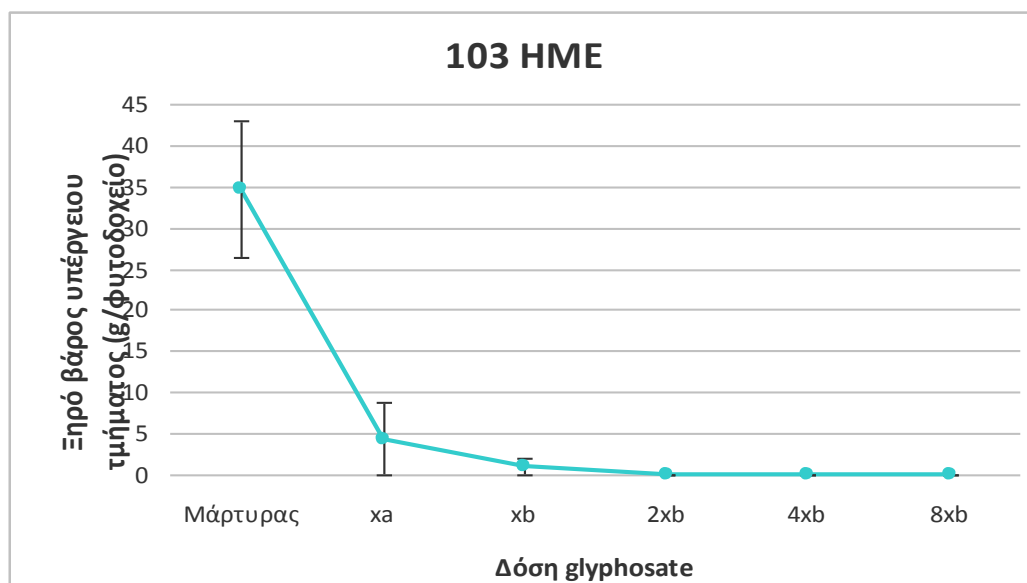
Στις 42 HME, το μεγαλύτερο ξηρό βάρος καταγράφηκε στον μάρτυρα (9,15 g/φυτοδοχείο) και το μικρότερο στην 8xb του glyphosate (0,93 g/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 35). Στην συγκεκριμένη μέτρηση δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δόσεων του glyphosate. Ενώ διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του μάρτυρα με όλες τις δόσεις του ζιζανιοκτόνου.



Διάγραμμα 35. Επίδραση του glyphosate στο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος (g/φυτοδοχείο) του βέλιουρα στις 42 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή, 1^η μέτρηση).

2^η Μέτρηση

Παρόμοιες μετρήσεις ακολούθησαν και κατά την δεύτερη μέτρηση του glyphosate. Παρατηρώντας στον μάρτυρα την μεγαλύτερη τιμή ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος (34,63 g/φυτοδοχείο) και την μικρότερη στις 2xb, 4xb και 8xb δόσεις του glyphosate (0 g/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 36). Ακόμη στατιστικά σημαντικές διαφορές βρέθηκαν μεταξύ του μάρτυρα με όλες τις δόσεις του ζιζανιοκτόνου.



Διάγραμμα 36. Επίδραση του glyphosate στο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος (g/φυτοδοχείο) του βέλιουρα στις 103 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή, 2^η μέτρηση).

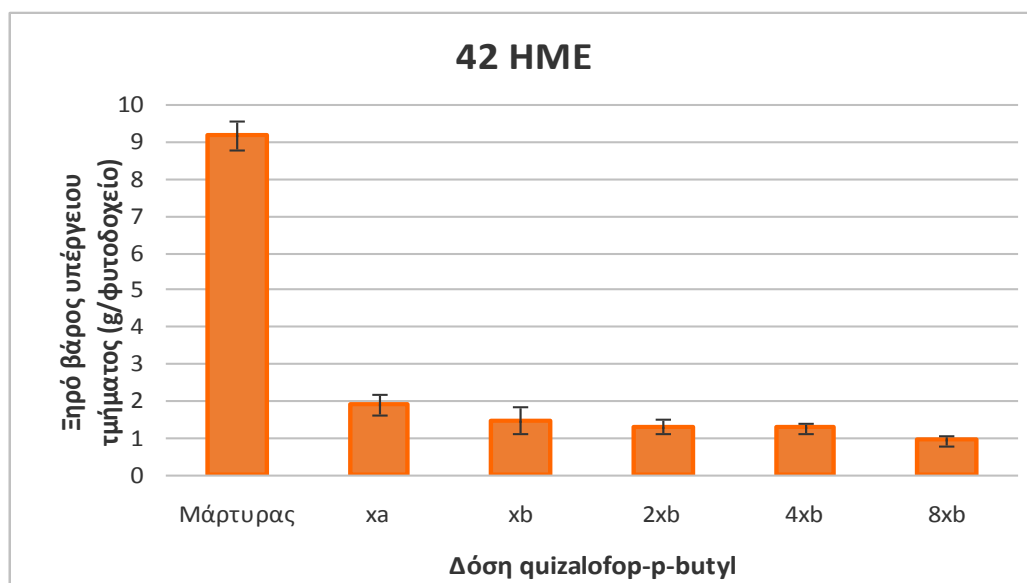
3.3.4 quizalofop-p-ethyl

1^η Μέτρηση

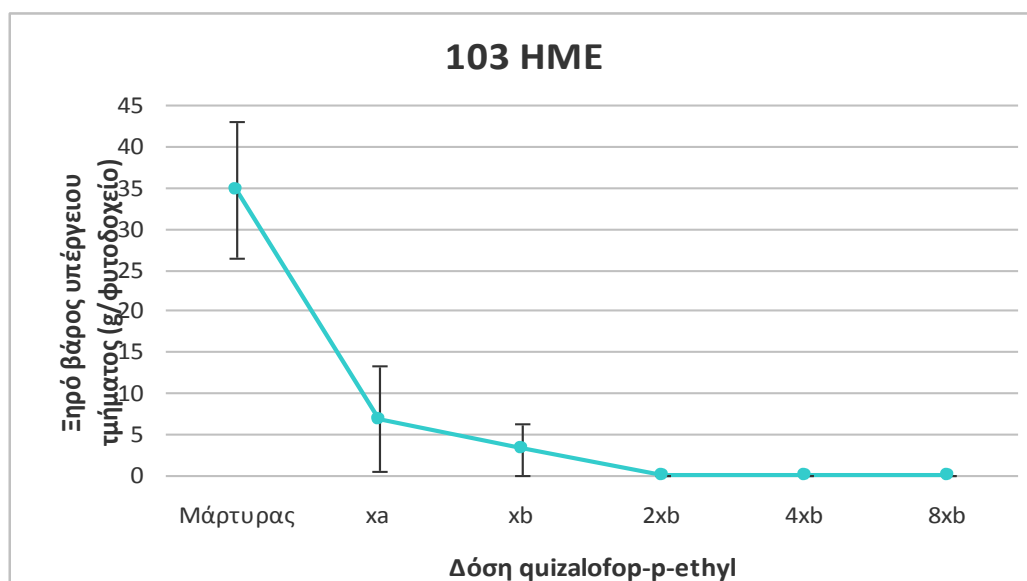
Κατά την πρώτη μέτρηση του ξηρού βάρους του υπέργειου τμήματος παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα με όλες τις δόσεις του quizalofop-p-ethyl. Ενώ η μεγαλύτερη τιμή καταγράφηκε στον μάρτυρα (9,15 g/φυτοδοχείο) και η μικρότερη τιμή για την 8xb δόση του ζιζανιοκτόνου (0,93 g/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 37).

2^η Μέτρηση

Το μεγαλύτερο ξηρό βάρος που καταγράφηκε ήταν του μάρτυρα (34,63 g/φυτοδοχείο), ενώ το μικρότερο ξηρό βάρος ήταν των 2xb, 4xb και 8xb δόσεων του quizalofop-p-ethyl (0 g/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 38). Επίσης παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα με όλες τις δόσεις του ζιζανιοκτόνου.



Διάγραμμα 37. Επίδραση του quizalofop-p-ethyl στο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος (g/φυτοδοχείο) του βέλιουρα στις 42 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή, 1^η μέτρηση).



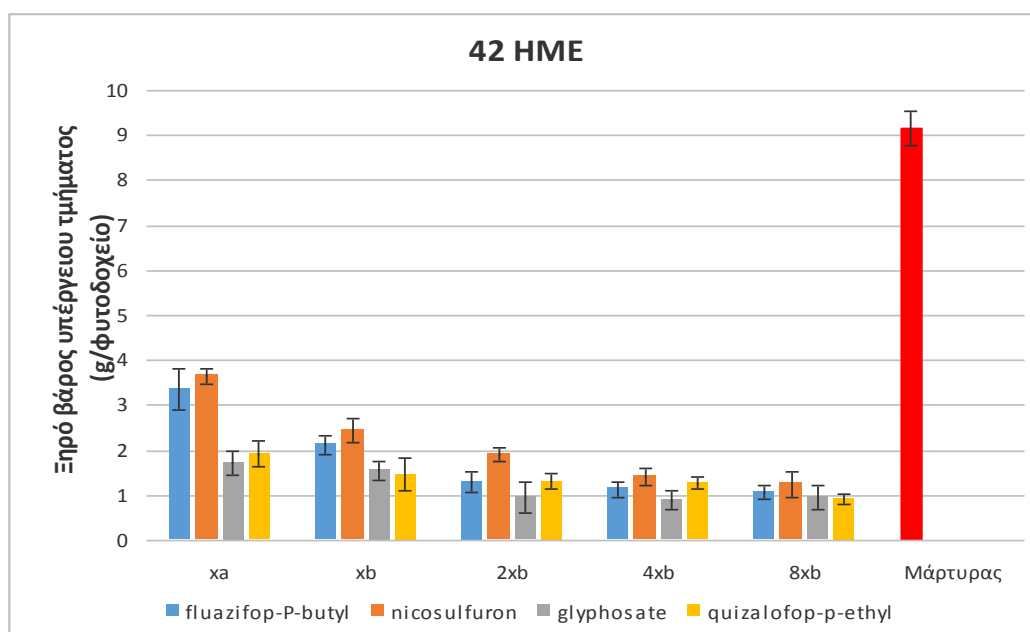
Διάγραμμα 38. Επίδραση του quizalofop-p-ethyl στο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος (g/φυτοδοχείο) του βέλιουρα στις 103 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή, 2^η μέτρηση).

3.3.5 Συνολικό Ξηρό Βάρος Υπέργειου Τμήματος στις 42 HME και 103 HME

42 HME

Κατά την μέτρηση που έγινε στις 42 HME, στην xa δόση στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ του fluazifop-P-butyl και του nicosulfuron με το

glyphosate και το quizalofop-p-ethyl. Το ίδιο παρατηρήθηκε και για την xb δόση. Βέβαια στην 2xb δόση βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του nicosulfuron με τα υπόλοιπα ζιζανιοκτόνα (fluazifop-P-butyl, glyphosate και quizalofop-p-ethyl). Όμως στις 4xb και 8xb δόσεις δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των επεμβάσεων. Ενώ γενικά διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα με όλες τις δόσεις των επεμβάσεων που πραγματοποιήθηκαν. Τέλος το μεγαλύτερο ξηρό βάρος (υπέργειου τμήματος) καταγράφηκε στον μάρτυρα (9,15 g/φυτοδοχείο) και το μικρότερο ξηρό βάρος (υπέργειου τμήματος) στην 4xb δόση του glyphosate (0,89 g/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 39).

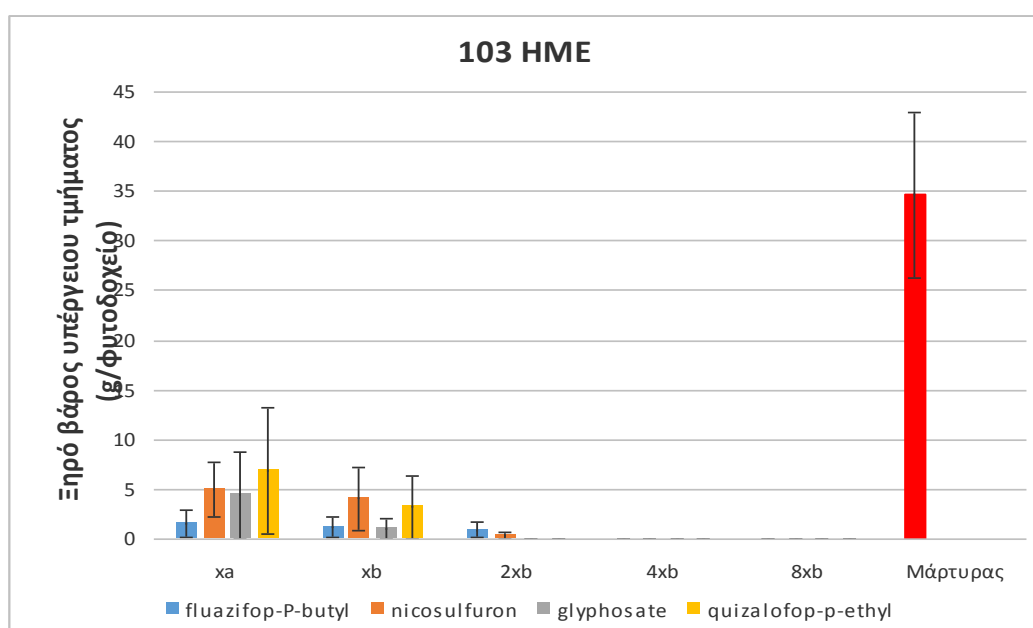


Διάγραμμα 39. Επίδραση των ζιζανιοκτόνων στο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος (g/φυτοδοχείο) του βέλιουρα στις 42 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή, 1^η μέτρηση).

103 HME

Στις 103 HME, η μικρότερη τιμή ξηρού βάρους (υπέργειου τμήματος) καταγράφηκε στην 2xb δόση του glyphosate και του quizalofop-p-ethyl, στην 4xb δόση όλων των επεμβάσεων και στην 8xb δόση όλων των επεμβάσεων (0 g/φυτοδοχείο) και η μεγαλύτερη τιμή ξηρού βάρους (υπέργειου τμήματος) καταγράφηκε στον μάρτυρα (34,63 g/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 40). Μεταξύ του

μάρτυρα με όλες τις δόσεις των επεμβάσεων που πραγματοποιήθηκαν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά. Ενώ πιο συγκεκριμένα στην xa δόση βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του fluazifop-P-butyl με τα υπόλοιπα ζιζανιοκτόνα (nicosulfuron, glyphosate και quizalofop-p-ethyl), όπως και για την 2xb δόση. Στην xb δόση παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του fluazifop-P-butyl και του glyphosate με το nicosulfuron και το quizalofop-p-ethyl. Και τέλος καμία στατιστικά σημαντική διαφορά δεν παρατηρήθηκε στις 4xb και 8xb δόσεις όλων των επεμβάσεων.



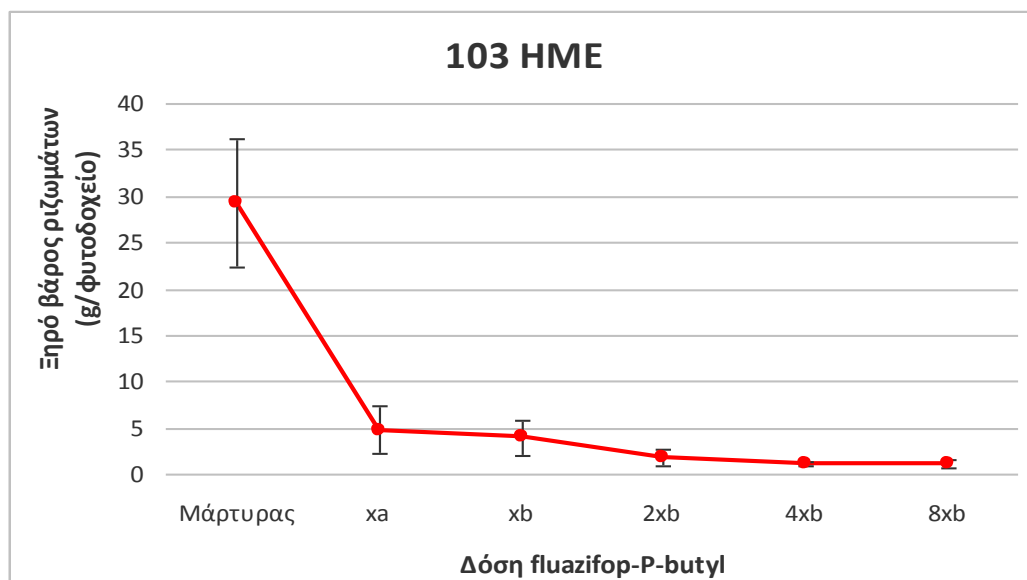
Διάγραμμα 40. Επίδραση των ζιζανιοκτόνων στο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος (g/φυτοδοχείο) του βέλιουρα στις 103 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή, 2^η μέτρηση).

3.4 Ξηρό Βάρος Ριζωμάτων

3.4.1 fluazifop-P-butyl

Κατά την μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 103 HME για το ξηρό βάρος των ριζωμάτων η μικρότερη τιμή που καταγράφηκε ήταν για την 8xb δόση του fluazifop-P-butyl (1,12 g/φυτοδοχείο), ενώ η μεγαλύτερη ήταν για τον μάρτυρα (29,18 g/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 41). Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν

μεταξύ του μάρτυρα με όλες τις δόσεις του ζιζανιοκτόνου. Αλλά μεταξύ των δόσεων του fluazifop-P-butyl δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.



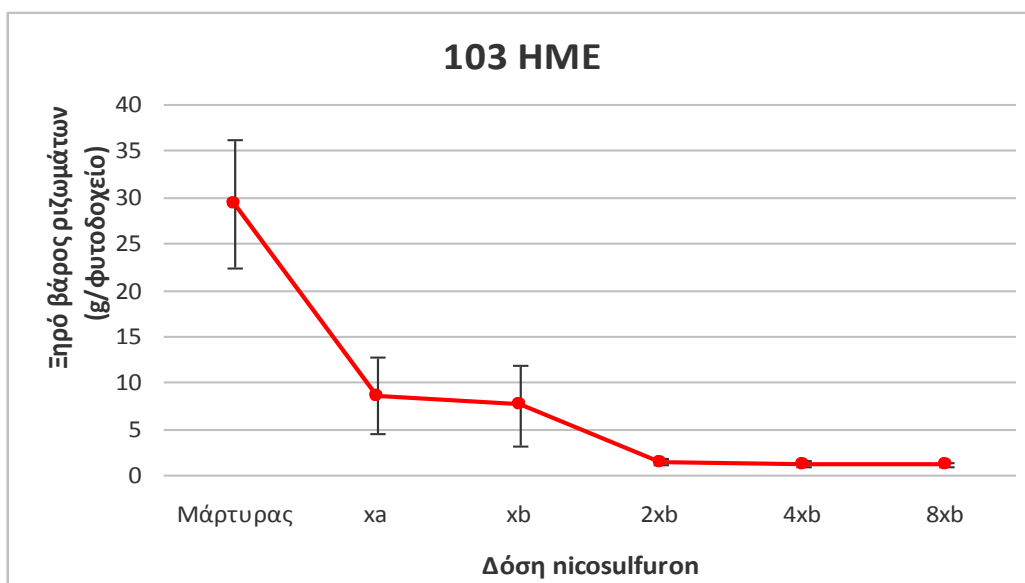
Διάγραμμα 41. Επίδραση του fluazifop-P-butyl στο ξηρό βάρος των ριζωμάτων (g/φυτοδοχείο) του βέλιουρα στις 103 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή).

3.4.2 nicosulfuron

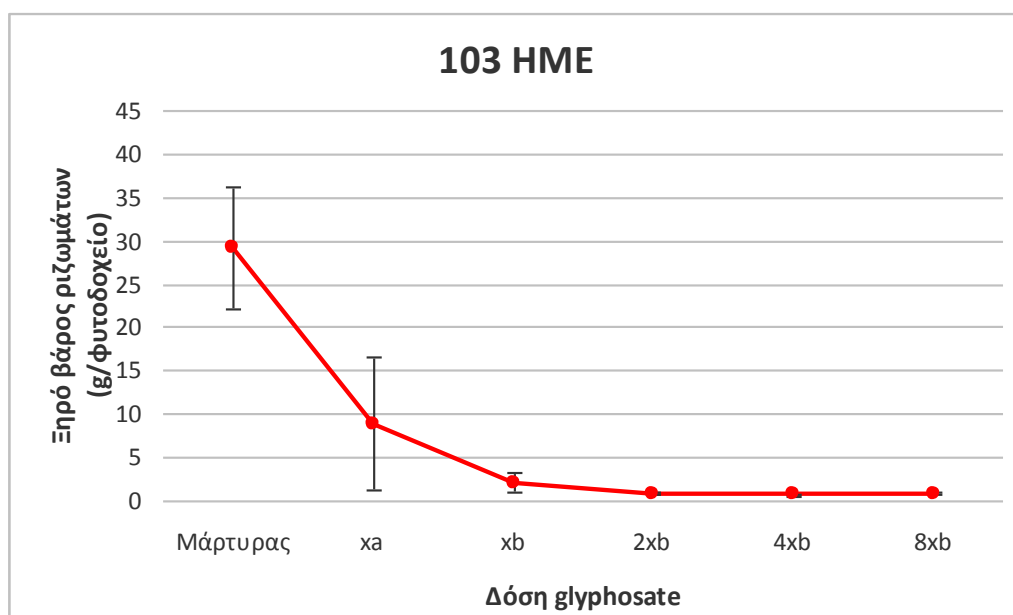
Στην μέτρηση που έγινε για το nicosulfuron οι μόνες στατικά σημαντικές διαφορές ήταν μεταξύ του μάρτυρα με όλες τις δόσεις του ζιζανιοκτόνου. Ενώ το μεγαλύτερο ξηρό βάρος καταγράφηκε για τον μάρτυρα (29,18 g/φυτοδοχείο) και το μικρότερο για την 8xb δόση του nicosulfuron (1,19 g/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 42).

3.4.3 glyphosate

Στην μέτρηση που έγινε στις 103 HME για το glyphosate υπήρξαν παρόμοια αποτελέσματα, αφού στατικά σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε μεταξύ του μάρτυρα με τις δόσεις του ζιζανιοκτόνου. Επίσης το μεγαλύτερο ξηρό βάρος καταγράφηκε για τον μάρτυρα (29,18 g/φυτοδοχείο), ενώ το μικρότερο για την 4xb δόση του glyphosate (0,69 g/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 43).



Διάγραμμα 42. Επίδραση του nicosulfuron στο ξηρό βάρος των ριζωμάτων (g/φυτοδοχείο) του βέλιουρα στις 103 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή).

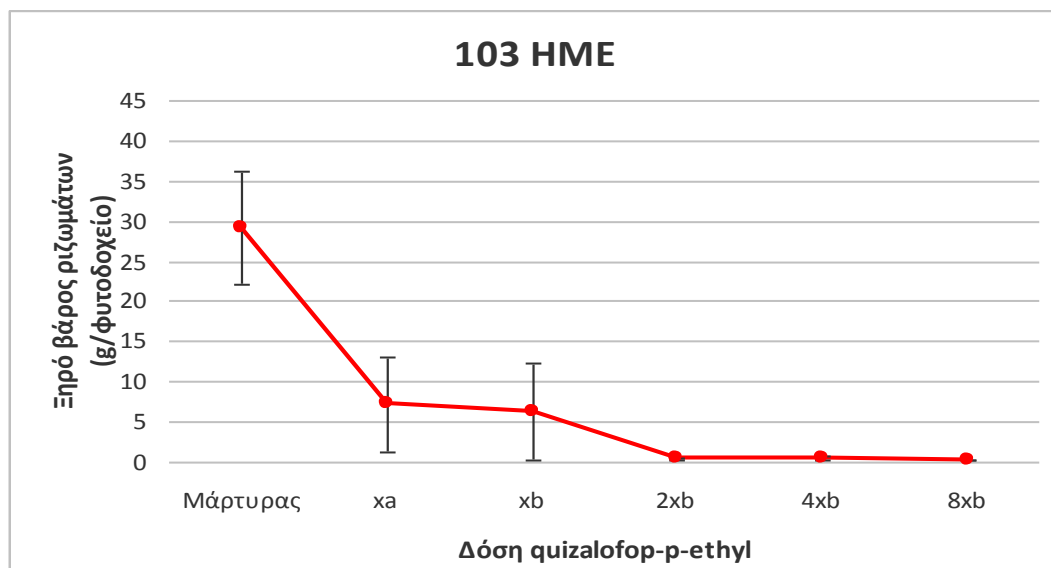


Διάγραμμα 43. Επίδραση του glyphosate στο ξηρό βάρος των ριζωμάτων (g/φυτοδοχείο) του βέλιουρα στις 103 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή).

3.4.4 quizalofop-p-ethyl

Ακολούθησε η μέτρηση για το quizalofop-p-ethyl, όπου το μικρότερο ξηρό βάρος καταγράφηκε για την 8xb δόση του (0,22 g/φυτοδοχείο) και το μεγαλύτερο ξηρό

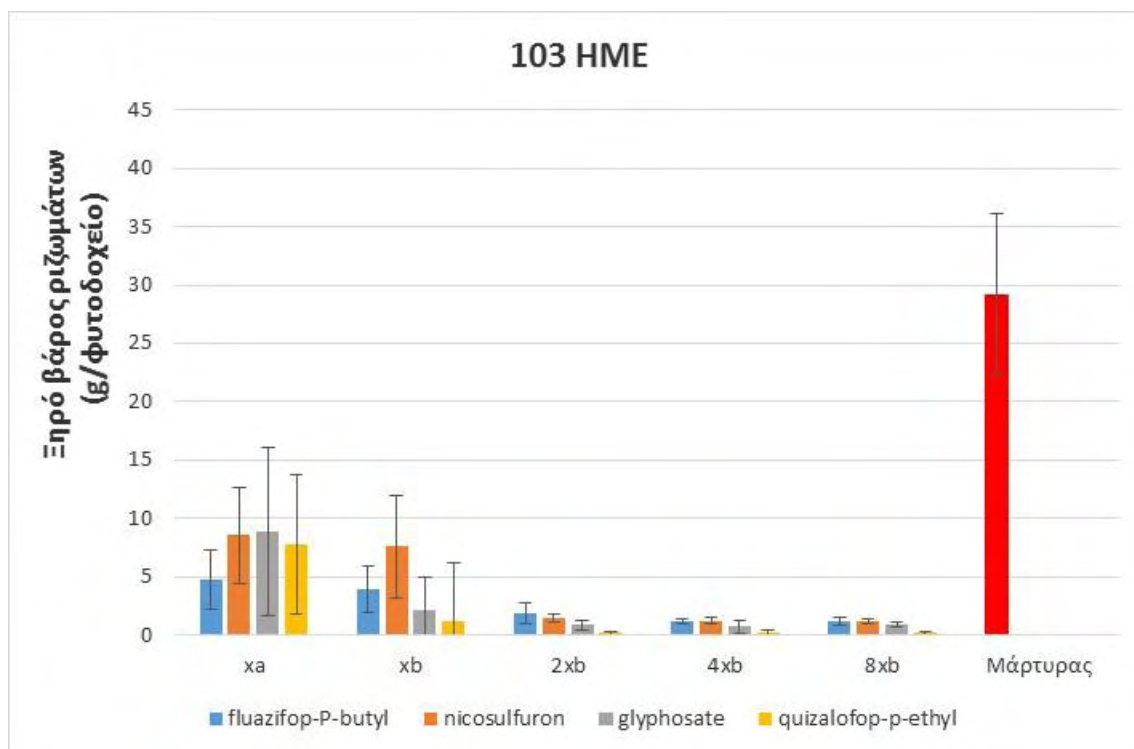
βάρος για τον μάρτυρα (29,18 g/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 44). Ενώ στατικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ του μάρτυρα με όλες τις δόσεις του ζιζανιοκτόνου.



Διάγραμμα 44. Επίδραση του quizalofop-p-ethyl στο ξηρό βάρος των ριζωμάτων (g/φυτοδοχείο) του βέλιουρα στις 103 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή).

3.4.5 Συνολικό Ξηρό Βάρος Ριζωμάτων στις 103 HME

Στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν μεταξύ του μάρτυρα με όλες τις δόσεις των επεμβάσεων που πραγματοποιήθηκαν. Ενώ πιο συγκεκριμένα στην xa δόση στατιστικά σημαντικές διαφορές διαπιστώθηκαν μεταξύ του fluazifop-P-butyl με τα nicosulfuron, glyphosate και quizalofop-p-ethyl. Επίσης στην xb δόση παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του nicosulfuron με τα υπόλοιπα 3 ζιζανιοκτόνα (fluazifop-P-butyl, quizalofop-p-ethyl και glyphosate). Στις 2xb, 4xb και 8xb δόσεις όμως δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των επεμβάσεων. Τέλος το μεγαλύτερο ξηρό βάρος (ριζωμάτων) καταγράφηκε στον μάρτυρα (29,18 g/φυτοδοχείο) και το μικρότερο ξηρό βάρος (ριζωμάτων) στην 8xb δόση του quizalofop-p-ethyl (0,11 g/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 45).



Διάγραμμα 45. Επίδραση των ζιζανιοκτόνων στο ξηρό βάρος των ριζωμάτων (g/φυτοδοχείο) του βέλιουρα στις 103 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή).

3.5 Ξηρό Βάρος Ριζικού Συστήματος

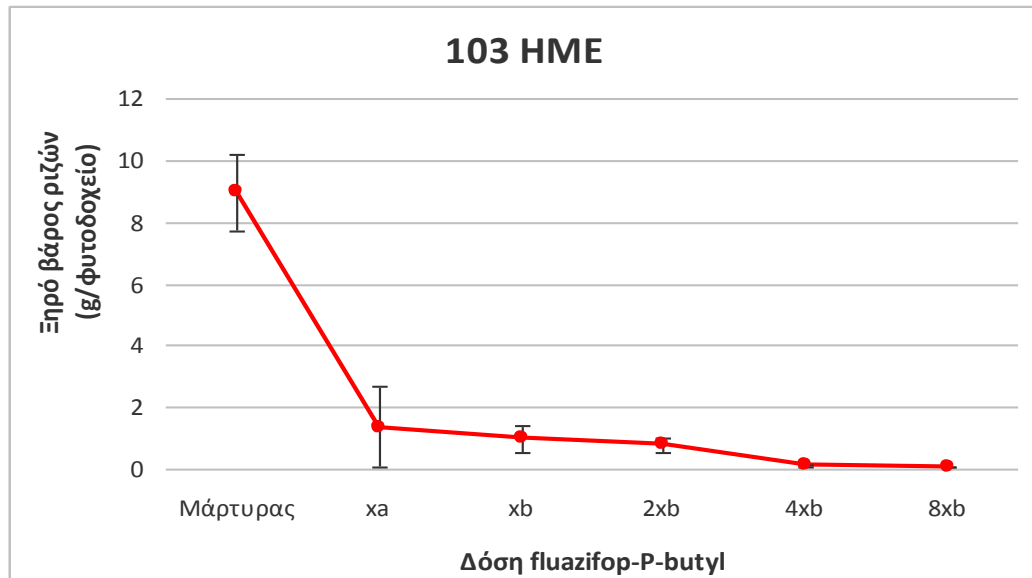
3.5.1 fluazifop-P-butyl

Στην μέτρηση που πραγματοποιήθηκε για το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος του βέλιουρα, η μεγαλύτερη μέτρηση καταγράφηκε στον μάρτυρα (8,95 g/φυτοδοχείο) και η μικρότερη στην 8xb δόση του fluazifop-P-butyl (0,07 g/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 46). Ενώ δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δόσεων του fluazifop-P-butyl. Αντιθέτως μεταξύ του μάρτυρα με όλες τις δόσεις του ζιζανιοκτόνου βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

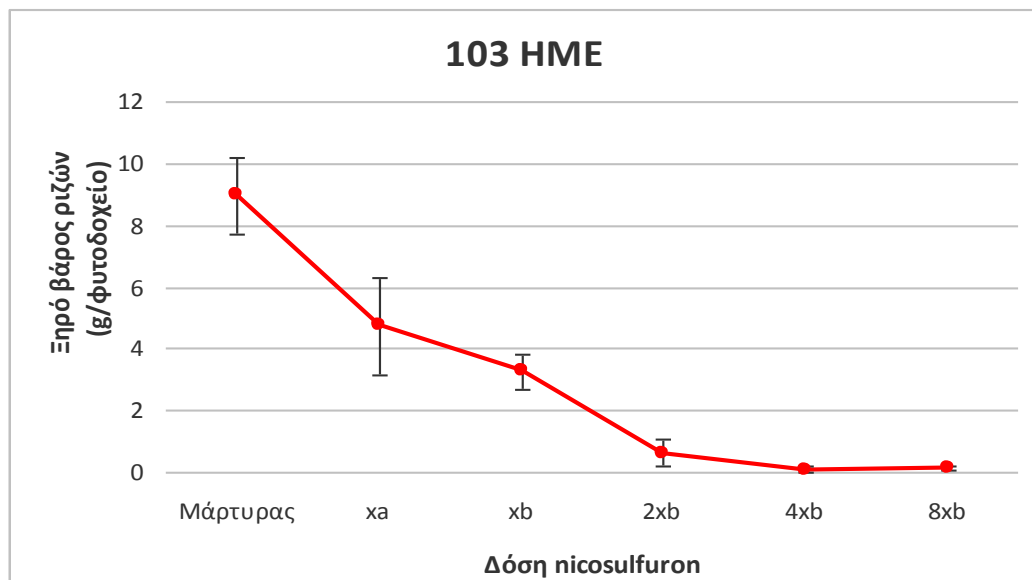
3.5.2 nicosulfuron

Κατά την μέτρηση για το nicosulfuron υπήρξαν παρόμοια αποτελέσματα. Αφού παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα με όλες τις δόσεις του ζιζανιοκτόνου. Ενώ το μικρότερο ξηρό βάρος καταγράφηκε για την 4xb

δόση του nicosulfuron (0,10 g/φυτοδοχείο) και το μεγαλύτερο για τον μάρτυρα (8,95 g/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 47).



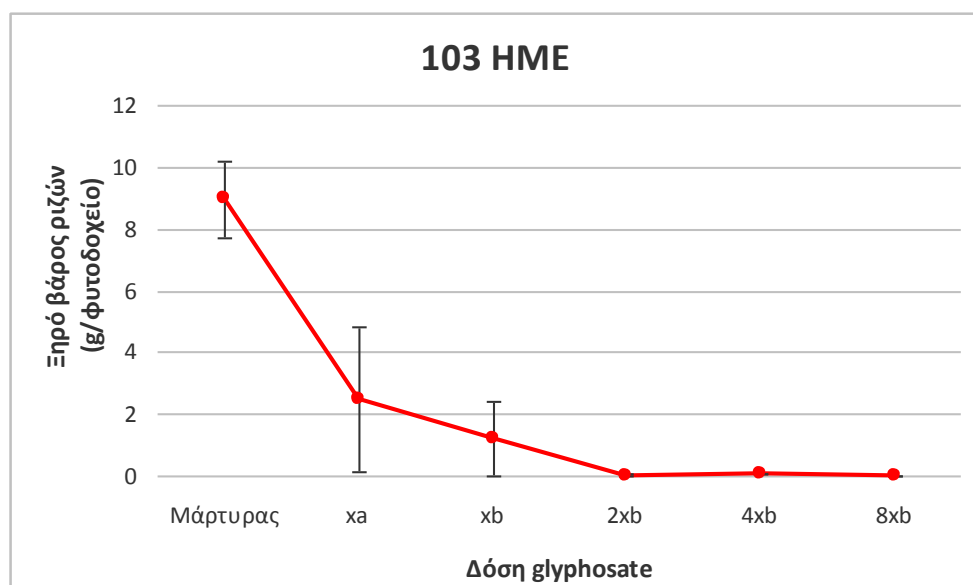
Διάγραμμα 46. Επίδραση του fluazifop-P-butyl στο ξηρό βάρος των ριζών (g/φυτοδοχείο) του βέλιουρα στις 103 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή).



Διάγραμμα 47. Επίδραση του nicosulfuron στο ξηρό βάρος των ριζών (g/φυτοδοχείο) του βέλιουρα στις 103 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή).

3.5.3 glyphosate

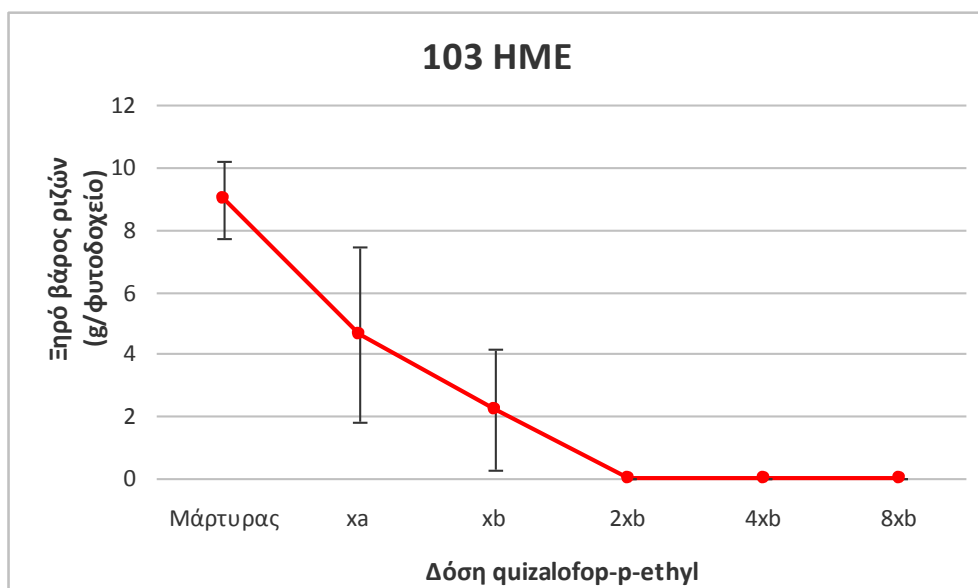
Όμοια αποτελέσματα ακολούθησαν και για το glyphosate, καταγράφοντας η μεγαλύτερη μέτρηση στον μάρτυρα (8,95 g/φυτοδοχείο) και την μικρότερη στην 2xb και 8xb δόσεις του glyphosate (0,03 g/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 48). Ενώ στατιστικά σημαντική διαφορά παρατηρήθηκε μεταξύ του μάρτυρα με όλες τις δόσεις του ζιζανιοκτόνου.



Διάγραμμα 48. Επίδραση του glyphosate στο ξηρό βάρος των ριζών (g/φυτοδοχείο) του βέλιουρα στις 103 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή).

3.5.4 quizalofop-p-ethyl

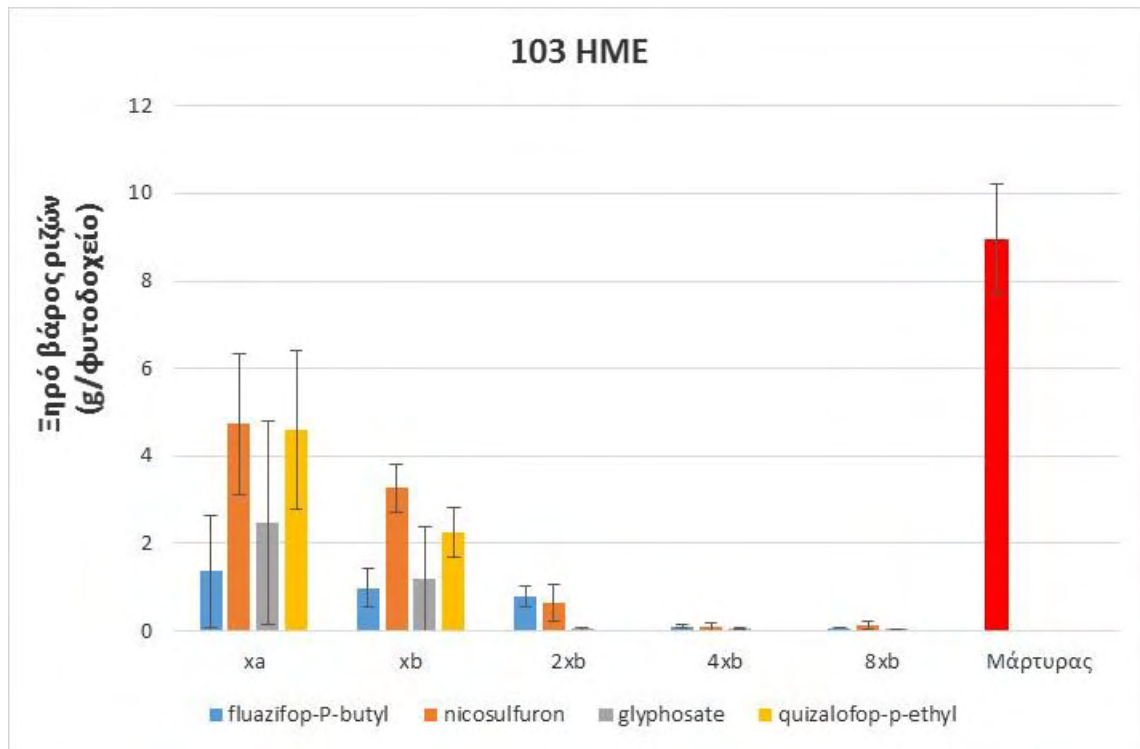
Το ίδιο συνέβη και για το quizalofop-p-ethyl, παρατηρώντας στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του μάρτυρα με όλες τις δόσεις του ζιζανιοκτόνου. Ενώ το μεγαλύτερο ξηρό βάρος καταγράφηκε για τον μάρτυρα (8,95 g/φυτοδοχείο) και το μικρότερο για τις 2xb, 4xb και 8xb δόσεις του quizalofop-p-ethyl (0,69 g/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 49).



Διάγραμμα 49. Επίδραση του quizalofop-p-ethyl στο ξηρό βάρος των ριζών (g/φυτοδοχείο) του βέλιουρα στις 103 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή).

3.5.5 Συνολικό Ξηρό Βάρος Ριζικού Συστήματος στις 103 HME

Κατά την μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 103 HME, η μεγαλύτερη τιμή ξηρού βάρους (ριζικού συστήματος) καταγράφηκε στον μάρτυρα (8,95 g/φυτοδοχείο) και η μικρότερη τιμή ξηρού βάρους καταγράφηκε στις 2xb, 4xb και 8xb δόσεις του quizalofop-p-ethyl (0 g/φυτοδοχείο) (Διάγραμμα 50). Γενικά διαπιστώθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του μάρτυρα με όλες τις δόσεις των επεμβάσεων που πραγματοποιήθηκαν. Ενώ πιο συγκεκριμένα στην xa δόση παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του fluazifop-P-butyl και του glyphosate με το nicosulfuron και το quizalofop-p-ethyl. Το ίδιο παρατηρήθηκε και στην xb δόση. Ακόμη στην 2xb δόση υπήρξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του nicosulfuron και του fluazifop-P-butyl με το glyphosate και το quizalofop-p-ethyl). Τέλος στις 4xb και 8xb δόσεις δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ όλων των επεμβάσεων.



Διάγραμμα 50. Επίδραση των ζιζανιοκτόνων στο ξηρό βάρος των ριζών (g/φυτοδοχείο) του βέλιουρα στις 103 HME (ημέρες μετά την εφαρμογή).

Κεφάλαιο 4^ο: Συζήτηση

4.1 Αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και της επίδρασης των ζιζανιοκτόνων στην ανάπτυξη του βέλιουρα

Ο βέλιουρας (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) αποτελεί ένα από τα πιο καταστροφικά ζιζάνια παγκοσμίως, κυρίως λόγω του εκτεταμένου και βαθύ ριζικού συστήματος που διαθέτει (Valverde and Gressel, 2006; Mouftah and Smith, 1969; Mitskas et al., 2003), δεδομένου ότι έχει την ικανότητα να παράγει 60-90 ριζώματα ανά τετραγωνικό μέτρο σε μία καλλιεργητική περίοδο (McWhorter and Jordan, 1976). Πιο συγκεκριμένα στη χώρα μας προκαλεί σοβαρές ζημιές σε φυτά μεγάλης καλλιέργειας, σε δενδρώδεις καλλιέργειες και σε αμπελώνες (Ελευθεροχωρινός και Γιαννοπολίτης, 2009). Έτσι σημαντικό ρόλο παίζει η έγκαιρη καταπολέμηση ώστε να μην προκαλέσει μείωση της απόδοσης της καλλιέργειας (Karkanis et al., 2018).

Στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε, όπως προαναφέρθηκε, μελετήθηκε η αποτελεσματικότητα και η επίδραση των ζιζανιοκτόνων στην ανάπτυξη του βέλιουρα που προήλθε από τεμαχισμένα ριζώματα. Για τον σκοπό αυτό εξετάστηκε η δράση των εξής δραστικών ουσιών: fluazifop-P-butyl, nicosulfuron, glyphosate και quizalofop-p-ethyl.

Η συγκεκριμένη μελέτη επικεντρώθηκε στην επίδραση που είχαν οι παραπάνω δραστικές ουσίες στο ριζικό σύστημα του βέλιουρα καθώς αποτελεί και το σημαντικότερο πρόβλημα, αλλά και στο υπέργειο τμήμα του. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη μέτρηση του ποσοστού των ξηραμένων βλαστών τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα έδειξε η 8xb δόση για όλα τα ζιζανιοκτόνα αφού έφτασε το 100%, ενώ το quizalofop-p-ethyl κατείχε τα υψηλότερα ποσοστά και στις τρεις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν. Ακόμη από τα αποτελέσματα που καταγράφηκαν κατά τη μέτρηση των πράσινων βλαστών διαπιστώθηκε ότι οι 4xb και 8xb δόσεις όλων των ζιζανιοκτόνων λειτούργησαν πιο αποτελεσματικά, εμφανίζοντας μηδενικό αριθμό πράσινων βλαστών μετά την αναβλάστηση του βέλιουρα, ενώ ακολούθησε με μεγάλο βαθμό επιτυχίας και η 2xb δόση σε κάποιες περιπτώσεις. Ειδικότερα, από τις δραστικές που εφαρμόστηκαν, η πιο αποτελεσματική ήταν το glyphosate. Παρ' όλα αυτά σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματος, το μικρότερο ξηρό βάρος του υπέργειου τμήματος

στην πρώτη μέτρηση (42 HME) καταγράφηκε για την επέμβαση με glyphosate στην 4xb δόση του, ενώ κατά την δεύτερη μέτρηση (103 HME) στις 4xb και 8xb δόσεις όλων των ζιζανιοκτόνων.

Όμως παρόλη την αποτελεσματικότητα που έδειξε το glyphosate θα πρέπει να σημειωθούν τα προβλήματα ανθεκτικότητας που προκαλεί σε παγκόσμιο επίπεδο και να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στον χρόνο εφαρμογής και στις δόσεις που θα χρησιμοποιηθούν (Uremis et al., 2009; Landry et al., 2016). Για παράδειγμα, σύμφωνα με τους Haitas et al. (1993) σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε από το 1990-1992 σε καλλιέργεια βαμβακιού, εφαρμόστηκαν κάποια δραστικές, όπως το fluazifor και το quizalofop. Τα αποτελέσματα απέδειξαν το πόσο σημαντικό ρόλο για την αντιμετώπιση του βέλιουρα έχουν κυρίως δύο παράγοντες α) ο χρόνος της εφαρμογής και β) το ύψος του βέλιουρα κατά την εφαρμογή. Οι Bridges και Chandler (1987), συνιστούν την εφαρμογή του fluazifor όταν ο βέλιουρας είναι στα 10-30 ώστε να φέρει καλύτερα αποτελέσματα. Κάτι αντίστοιχο επίσης έχει διαπιστωθεί και για το nicosulfuron, που πιο συγκεκριμένα έχουν παρατηρηθεί έντονα προβλήματα ανθεκτικότητας σε περιοχές όπου καλλιεργείται εντατικά ο αραβόσιτος (Johnson et al., 2014; Werle et al., 2016).

Από τις μετρήσεις που καταγράφηκαν για το ξηρό βάρος των ριζωμάτων, τα καλύτερα αποτελέσματα παρουσίασε το quizalofop-p-ethyl και το glyphosate έχοντας συνολικά το μικρότερο ξηρό βάρος. Ενώ κατά τη μέτρηση που πραγματοποιήθηκε για το ξηρό βάρος του ριζικού συστήματος, τα καλύτερα αποτελέσματα εμφάνισε η επέμβαση με quizalofop-p-ethyl στις 2xb, 4xb και 8xb δόσεις.

Γενικότερα το nicosulfuron βρέθηκε να είναι και το λιγότερο αποτελεσματικό για την καταπολέμηση του βέλιουρα. Αντίστοιχα σε έρευνα που έγινε το 2002 στην Σερβία από τους Bozic et al. (2007), ο βέλιουρας δεν κατάφερε να ελεγχθεί ικανοποιητικά με την εφαρμογή ζιζανιοκτόνων που δρουν ανασταλτικά στην οξικογαλακτική συνθάση (ALS). Ένα τέτοιο ζιζανιοκτόνο αποτελεί και το nicosulfuron, όπου χρησιμοποιήθηκε και στο συγκεκριμένο πείραμα. Η εφαρμογή των συγκεκριμένων ζιζανιοκτόνων γινόταν για συνεχόμενα χρόνια, έτσι θεωρήθηκε πολύ πιθανόν η δημιουργία ανθεκτικότητας. Γι' αυτό τον λόγο πραγματοποιήθηκε μελέτη σε δύο διαφορετικούς πληθυσμούς, σε εκείνον που ήταν πλέον ανθεκτικός (R)

και σε έναν ακόμη που χαρακτηρίστηκε ως ευαίσθητος (S). Τα αποτελέσματα έδειξαν ξεκάθαρα τη διαφορά μεταξύ τους, αφού το nicosulfuron βρέθηκε να αναστέλλει το ένζυμο στον S πληθυσμό 15 φορές περισσότερο απ' ό τι στον R πληθυσμό (Bozic et al., 2007).

Αντιθέτως σε άλλο πείραμα που πραγματοποιήθηκε σε καλλιέργεια αραβόσιτου, αποδείχθηκε ότι το nicosulfuron έδρασε πολύ ικανοποιητικά ενάντια στον βέλιουρα μετά από μεταφυτρωτική εφαρμογή που έγινε σε τέσσερις διαφορετικές δόσεις (Nosratti et al., 2007). Όπως και σε μία άλλη έρευνα, όπου στα δύο από τα τρία πειράματα που πραγματοποιήθηκαν, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το nicosulfuron και το glyphosate κατάφεραν να ελέγχξουν περίπου το 70% της αναβλάστησης του βέλιουρα για την επόμενη χρονιά. Ενώ το glyphosate λειτούργησε και αρκετά καλά μειώνοντας τον αριθμό των στελεχών και το νωπό του βάρος (Monks et al., 1998). Επίσης σύμφωνα με τους Chirita et al. (2008), από τα αποτελέσματα ενός άλλου πειράματος παρατηρήθηκε ότι το nicosulfuron (με δόση 40 g/L ανά ha) ήταν το πιο δραστικό ενάντια στον βέλιουρα. Ακόμη μετά από μελέτη που έγινε στην Οκλαχόμα το 2010, το nicosulfuron και το foramsulfuron βρέθηκαν ότι ελέγχουν εξαιρετικά τον βέλιουρα (Kering et al., 2013).



Εικόνα 7. Ανάπτυξη του βέλιουρα στα φυτοδοχεία του μάρτυρα κατά το χρόνο αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων.



Εικόνα 8. Ανάπτυξη του βέλιουρα στην επέμβαση nicosulfuron (χα) κατά το χρόνο αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων.



Εικόνα 9. Ανάπτυξη του βέλιουρα στην επέμβαση quizalofop-p-ethyl (χα) κατά το χρόνο αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας των ζιζανιοκτόνων.

4.2 Συμπεράσματα

Στο παραπάνω πείραμα καταγράφηκαν σημαντικά δεδομένα για την αποτελεσματικότητα τεσσάρων διαφορετικών ζιζανιοκτόνων ενάντια στο βέλιουρα. Μετά από την παρουσίαση των αποτελεσμάτων, όπως φάνηκε και στις γραφικές παραστάσεις προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα:

- Το **nicosulfuron** ήταν το λιγότερο αποτελεσματικό από τα 4 ζιζανιοκτόνα που αξιολογήθηκαν, αφού κατείχε τις μικρότερες τιμές ξηρού βάρους για το υπέργειο τμήμα του αλλά και για το ριζικό του σύστημα και το μικρότερο ποσοστό ξηρών βλαστών.
- Μεγαλύτερη **αναβλάστηση** παρατηρήθηκε στην επέμβαση με το **nicosulfuron**.
- Οι **xa** και **xb** δόσεις ήταν οι λιγότερο δραστικές στην καταπολέμηση του βέλιουρα, σε αντίθεση με την **8xb** δόση που σε όλες τις επεμβάσεις βρέθηκε ως η πιο **αποτελεσματική**, ενώ ακολούθησε η 4xb δόση.
- Μεγάλη αποτελεσματικότητα εμφάνισαν το **quizalofop-p-ethyl** και το **glyphosate** για το υπέργειο τμήμα και τα **quizalofop-p-ethyl**, **fluazifop-P-ethyl** και το **glyphosate** για το ριζικό σύστημα του βέλιουρα.
- Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται στο χρόνο εφαρμογής και στις δόσεις που εφαρμόζονται, λόγω των **προβλημάτων ανθεκτικότητας** που έχουν παρατηρηθεί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: Βιβλιογραφία

Ελληνική Βιβλιογραφία

- Βασιλάκογλου Ι. (2004). Ζιζάνια: Αναγνώριση και Αντιμετώπιση. Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., Αθήνα. σελ. 303.
- Ελευθεροχωρινός Η.Γ. (2002). Ζιζανιολογία: Ζιζάνια, Ζιζανιοκτόνα, Περιβάλλον, Αρχές και Μέθοδοι Διαχείρισης. Έκδοση 2^η. Εκδόσεις ΑγροΤύπος ΑΕ. Αθήνα. σελ. 71-73.
- Ελευθεροχωρινός Η.Γ. και Γιαννοπολίτης Κ.Ν. (2009). Ζιζάνια: Οδηγός Αναγνώρισης. Εκδόσεις ΑγροΤύπος ΑΕ. Αθήνα. σελ. 230.
- Ζιώγας Β.Ν. και Μάρκογλου Α.Ν. (2010). Γεωργική Φαρμακολογία: Βιοχημεία, Φυσιολογία, Μηχανισμοί Δράσης και Χρήσεις των Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων (2^η έκδοση). Εκδόσεις, Αθήνα. σελ. 595-596, 601, 608, 616-618.

Ξένη Βιβλιογραφία

- Aichele, T.M. and Penner, D. (2005). Adsorption, desorption, and degradation of imidazolinones in soil. *Weed Technology* 19, 154–159.
- Andújar, D., Rueda-Ayala, V., Dorado, J., Gerhards, R., and Fernández-Quintanilla, C. (2014). Multivariate Analysis of the Agricultural Management Presence of *Sorghum Halepense* (L.) Pers. Relationships in Maize Crops. *Gesunde Pflanzen* 66, 17-22.
- Arnold, B.R.L., Fenner, M., and Edwards, P.J. (1992). Changes in dormancy level in *Sorghum halepense* (L.) seeds induced by water stress during seed development. *Functional Ecology* 6, 596–605.
- Arpaci, B.B., Akinci, I.E., Kisakurek, M.N., Gozcu, D., Yarali, F., and Candemir, S. (2016). Effect of crop rotation on yield and weed density for organic red pepper cultivation in Kahramanmaras. *Agriculture Science Research Journal* 6, 63–70.

- Ashton, F.M. and Monaco, T.D. (1991). *Weed Science: Principles and Practices*, 3rd Edition. Wiley, New York, pp. 266–272.
- Badawi, N., Rosenbom, A.E., Olsen, P., and Sorensen, S.R. (2015). Environmental fate of the herbicide fluazifop-P-butyl and its degradation products in two loamy agricultural soils: A combined laboratory and field study. *Environmental Science and Technology* 49, 8995–9003.
- Barroso, J., Maxwell, B.D., Dorado, J., Andujar, D., San Marti'n, C., and Fernandez-Quintanilla, C. (2016). Response of *Sorghum halepense* demographic processes to plant density and rimsulfuron dose in maize. *Weed Research* 56, 304-312.
- Battaglin, W.A., Furlong, E.T., Burkhardt, M.R., and Peter, C.J. (2000). Occurrence of sulfonylurea, sulfonamide, imidazolinone, and other herbicides in rivers, reservoirs and ground water in the Midwestern United States, 1998. *Science of The Total Environment* 248, 123–133.
- Baxter, X.C., Darvell, L.I., Jones, J.M., Barraclough, T., Yates, N.E., and Shield, I. (2014). Miscanthus combustion properties and variations with miscanthus agronomy. *Fuel* 117, 851–869.
- Beckie, H.J. and Reboud, X. (2009). Selecting for weed resistance: herbicide rotation and mixture. *Weed Technology* 23, 363 –370.
- Bendixen, L.E. (1986). Corn (*Zea mays*) yield in relationship to Johnsongrass (*Sorghum halepense*) population. *Weed Science* 34, 449–451.
- Bennet, H. W. (1973). *Johnsongrass, carpetgrass and other grasses for the humid south*. In: Heath M.E., Metcalf D.S., Barnes R.F., eds. (1973) *Forages*. Ames, USA: Iowa State University Press. 286-293.
- Bewick, D.W. (1986). Stereochemistry of fluazifop-butyl transformations in soil. *Pesticide Science* 17, 349–356.
- Bozic, D., Vrbnicanin, S., Barac, M., and Stefanovic, L. (2007). Determination of johnsongrass [*Sorghum halepense* (L.) pers.] level of sensibility to nicosulfuron. *Maydica* 52, 271-275.

- Bridges, D.C. and Chandler, J.M. (1987). Influence of Johnsongrass (*Sorghum halepense*) density and period of competition on cotton yield. *Weed Science* 35, 63–67.
- Bridges, D.C. and Chandler, J.M. (1988). Influence of cultivar height on competitiveness of cotton (*Gossypium hirsutum*) with johnsongrass (*Sorghum halepense*). *Weed Technology* 1, 207–211.
- Bunting, J.A., Sprague, C.L., and Riechers, D.E. (2005). Incorporating foramsulfuron into annual weed control systems for corn. *Weed Technology* 19, 160-167.
- Carve, M., Coggan, T.L., Myers, J.H., Clarke, B., Nuggeoda, D., and Shimeta, J. (2018). Impacts on the seagrass, *Zostera nigricaulis*, from the herbicide Fusilade Forte® used in the management of *Spartina anglica* infestations. *Aquatic Toxicology* 195, 15-23.
- Chambers, N. and Hawkins, T.O. (2002). Invasive plants of the Sonoran Desert a field guide. Sonoran Institute, Environmental Education Exchange, National Fish and Wildlife Foundation, with funding from many other organizations. Tucson, Arizona.
- Chevre, N., Edder, P., Ortelli, D., Tatti, E., Erkman, S., and Rapin, F. (2008). Risk assessment of herbicide mixtures in a large european lake. *Environmental Toxicology* 23, 269– 277.
- Chiang, M.Y., Van Dyke, C.G., and Leonard, K.J. (1989). Evaluation of endemic foliar fungi for potential biological control of Johnsongrass (*Sorghum halepense*): screening and host range tests. *Plant Disease* 73, 459–464.
- Chirita R., Grozea I., Sarpe N. and Lauer K.F. (2008). Control of *Sorghum halepense* (L.) species in western part of Romania. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences* 73, 959–964.
- Cobucci, T. and Machado, E. (1999). Selectivity, efficacy and soil persistence of imazamox applied to edible bean. *Planta Daninha* 17, 419–432.

- Coupe, R.H. and Capel, P.D. (2016). Trends in pesticide use on soybean, corn and cotton since the introduction of major genetically modified crops in the United States. *Pest Management Science* 72, 1013–1022.
- Czarnota, M.A., Paul, R.N., Dayan, F.E., Nimbal, C.I., and Weston, L.A. (2001). Mode of action, localization of production, chemical nature, and activity of sorgoleone: a potent PSII inhibitor in *Sorghum* spp. root exudates. *Weed Technology* 15, 813–825.
- Damalas, C.A. (2004). Herbicide tank mixtures: common interactions. *International Journal of Agriculture and Biology* 6, 209–212.
- Damalas, C.A. and Eleftherohorinos, I.G. (2001). Dicamba and atrazine antagonism on sulfonylureas herbicides used for Johnsongrass (*Sorghum halepense*) control in corn (*Zea mays*). *Weed Technology* 15, 62–67.
- Deveci, A., Aksoy, O., and Al, G. (2017). Investigation of the effects of quizalofop-P-ethyl on pollen germination of *Hyacinthus orientalis* L. *Caryologia* 70, 77-81.
- Dincer, I., Midilli, A., Hepbasli, A., and Karakoc, T.H. (2010). *Global Warming: Engineering Solutions. Green Energy and Technology*. Springer, Boston.
- Dobbels, A.F. and Kapusta, G. (1993). Postemergence weeds control in corn (*Zea mays*) with nicosulfuron combinations. *Weed Technology* 7, 844-850.
- Duke, S. O. and Powles, S. B. (2008). Glyphosate: a once-in-a-century herbicide. *Pest Management Science* 64, 319–325.
- EFSA, (2010). Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance cycloxydim. *EFSA Journal* 8, 1669.
- Egley, G.H. and Chandler, J.M. (1978). Germination and viability of weed seeds after 2.5 years in a 50-year buried seed study. *Weed Science* 26, 230-239.
- Eleftherohorinos, I.G. and Kotoula-Syka, E. (1995). Influence of herbicide application dose and timing for postemergence control of *Sorghum halepense* (L.) Pers. maize. *Weed Research* 35, 99–103.

- Fei-Yong, L., Qing-Fang, X.I.A., Si-Qi, C.A.I., Hui, J., and Chen-Fei, H. (2015). Biological characteristics of the exotic weed *Sorghum halepense* and measures to control its spread. *Acta Prataculturae Sinica* 24, 218–226.
- Feng, P.C.C., Chiu, T., and Douglas Sammons, R. (2003). Glyphosate efficacy is contributed by its tissue concentration and sensitivity in velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). *Pestic Biochemistry and Physiology* 77, 83–91.
- Fortier, J., Gagnon, D., Truax, B., and Lambert, F. (2011). Understory plant diversity and biomass in hybrid poplar riparian buffer strips in pastures. *New Forests* 42, 241– 265.
- Friend, A.L., Scarascia-Mugnozza, G., Isebrands, J.G., and Heilman, P.E. (1991). Quantification of two-year-old hybrid poplar root systems: morphology, biomass, and C-14 distribution. *Tree Physiology* 8, 109–119.
- Gasso, M.M.A., Lovisolo, M., and Perello, A. (2017) .Effects of loose kernel smut caused by *Sporisorium cruentum* on rhizomes of *Sorghum halepense*. *Journal of Plant Protection Research* 57, 62-71.
- Ge, X., d’Avignon, A., Ackerman, J.J.H., and Sammons, R.D. (2014). In vivo ³¹P-Nuclear magnetic resonance studies of glyphosate uptake, vacuolar sequestration, and tonoplast pump activity in glyphosate-resistant horseweed. *Plant Physiology* 166, 1255–1268.
- Gianessi, L. 2013. The increasing importance of herbicides in worldwide crop production. *Pest Management Science* 69, 1099–1105.
- Gomes, M.P. and Juneau, P. (2016). Oxidative stress in duckweed (*Lemna minor* L.) induced by glyphosate: is the mitochondrial electron transport chain a target of this herbicide? *Environmental Pollution* 218, 402–409.
- Guan, W. and Zhang, H. (2013). Determination and study on residue and dissipation of benazolin-ethyl and quizalofop-p-ethyl in rape and soil. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* 93, 679–691.
- Habyarimana, E., Lorenzoni, C., Redaelli, R., Alfieri, M., Amaducci, S., and Cox, S. (2018). Towards a perennial biomass sorghum crop: A comparative

- investigation of biomass yields and overwintering of *Sorghum bicolor* x *S. halepense* lines relative to long term *S. bicolor* trials in northern Italy. *Biomass and Bioenergy* 111, 187-195.
- Haga, T., Fujikawa, K., Sakashita, N., and Nishiyawa, R. (1987). Development of a new herbicide, fluazifo-p-butyl. *Journal Pesticide Science* 12, 311–325.
- Haitas, V.C., Kotoula-Syka, E., and Eleftherohorinos, I.G. (1993). Influence of propaquizafop application rate and time on *Sorghum halepense* (L.) Pers. control and cotton (*Gossypium hirsutum*) yield. *Weed Research* 35, 1-6.
- Hanson, B.D., Fandrich, L., Shaner, D.L., Westra, P., and Nissen, S.J. (2006). Response of selected hard red wheat lines to imazamox as affected by number and location of resistance genes, parental background, and growth habit. *Crop Science Society of America* 46, 1206–1211.
- Hatterman-Valenti, H., Pitty, A., and Owen, M. (2006). Effect of environment on giant foxtail (*Setaria faberi*) leaf wax and fluazifop-P absorption. *Weed of Science* 54, 607–614.
- Hekmat, S., Soltani, N., Shropshire, C., and Sikkema, P.H. (2008). Effect of imazamox plus bentazon on dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Crop Protection* 27, 1491–1494.
- Hess F.G., Harris J.E., Pendino K. and Ponnock K. (2010). Imidazolinones. In: ROBERT K, ed., *Hayes' Handbook of Pesticide Toxicology*. Academic Press, New York.
- Holm, L.G., Plucknett, D.L., Pancho, J.V., and Herberger, J.P. (1997). *The world's worst weeds, distribution and biology*. University Press of Hawaii. Honolulu, Hawaii USA pp. 610.
- Huang, H., Liu, C., Wei, S., Wang, J., and Zhang, C. (2015). Dynamic root exudation of phenolic allelochemicals from Johnson grass (*Sorghum halepense*). *Weed Biology and Management* 15, 133–137.

- Hussain, M.I., González, L., and Reigosa, M. (2010). Phytotoxic effects of allelochemicals and herbicides on photosynthesis, growth and carbon isotope discrimination in *Lactuca sativa*. *Allelopathy Journal* 26, 157-174.
- Johnson, D.B. and Norsworthy, J.K. (2014). Johnsongrass (*Sorghum halepense*) management as influenced by herbicide selection and application timing. *Weed Technology* 28, 142–150.
- Johnson, D.B., Norsworthy, J.K., and Scott, R.C. (2014). Distribution of herbicide-resistant Johnsongrass (*Sorghum halepense*) in Arkansas. *Weed Technology* 28, 111–121.
- Kagan, I.A., Rimando, A.M., and Dyan, F.E. (2003). Elucidation of the biosynthetic pathway of the allelochemical sorgoleone using retrobiosynthetic NMR analysis. *The Journal of Biological Chemistry* 278, 28607–28611.
- Kapusta, G., Krausz, R.F., Khan, M., and Matthews, J.L. (1995). Effect of nicosulfuron rate, adjuvant and weed size on annual weed control in corn (*Zea mays*). *Weed Technology* 8, 696-702.
- Karkanis, A., Kontopoulou, C.K., Lykas, C., Kakabouki, I., Petropoulos, S., and Bilalis, D. (2018). Efficacy and Selectivity of Pre- and Post-emergence Herbicides in Chia (*Salvia hispanica* L.) under Mediterranean Semi-arid Conditions. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 46, 183-189.
- Kaur, R. and Soodan, A.S. (2017). Reproductive biology of *Sorghum halepense* (L.) Pers.(Poaceae; Panicoideae; Andropogoneae) in relation to invasibility. *Flora* 229, 32–49.
- Keeley, P.E., Thullen, R.J., and Carter, C.H. (1987). Repeated annual applications of herbicides for control of rhizome johnsongrass (*Sorghum halepense*) in cotton (*Gossypium hirsutum*). *Weed Science* 35, 75–80.
- Kering, M.K., Huo, C., Interrante, S.M., Hancock, D.W., and Butler T.J. (2013). Effect of various herbicides on warm-season grass weeds and *Switchgrass* establishment. *Crop Science* 55, 666-673.

- Kertesz, M.A., Cook, A.M., and Leisinger, T. (1994). Microbial metabolism of sulfur- and phosphorus-containing xenobiotics. *FEMS Microbiology Reviews* 15, 195–215.
- Kludze, H., Deen, B., and Dutta, A. (2013). Impact of agronomic treatments on fuel characteristics of herbaceous biomass for combustion. *Fuel Processing Technology* 109, 96–102.
- Krenchinski, F.H., Albrecht, A.J.P., Albrecht, L.P., Villetti, H.L., Orso, G., Barroso, A.A.M., and Victoria Filho, R. (2015). Germination and dormancy in seeds of *Sorghum halepense* and *Sorghum arundinaceum*. *Planta Daninha* 33: 223–230.
- Landry, R.L., Stephenson, D.O., and Woolam, B.C. (2016). Weed science: Glufosinate rate and timing for control of glyphosate-resistant rhizomatous johnsongrass (*Sorghum halepense*) in glufosinate-resistant cotton (*Gossypium hirsutum*). *Journal of Cotton Science* 20, 86-93.
- Liu, Y., Zhang, C.X., Wei, S.H., Cui, H.L., and Huang, H.J. (2011). Compounds from the subterranean parts of johnsongrass and their allelopathic potential. *Weed Biology and Management* 11, 160–166.
- Mahakavi, T., Bakiyaraj, R., Baskaran, L., Rashid, N., and Sankar Ganesh, K. (2014). Effect of herbicide (Quizalofop-p-ethyl) on growth, photosynthetic pigments, enzymes and yield responses of Blackgram (*Vigna mungo* L.). *International Letters of Natural Sciences* 9, 58–65.
- Mantzos, N., Karakitsou, A., Nikolaki, S., Leneti, E., and Konstantinou, I. (2016). Dissipation and transport of quizalofop-p-ethyl herbicide in sunflower cultivation under field conditions. *Environmental Science and Pollution Research International* 23, 3481–3490.
- Martín, C., Andújar, D., Fernández-Quintanilla, C., and Dorado, J. (2016). Spatio-temporal dynamics of *Sorghum halepense* in poplar short-rotation coppice under several vegetation management systems. *Forest Ecology and Management* 379, 37-49.

- McWhorter, C.G. and Jordan, T.N. (1976). The effect of light and temperature on the growth and development of Johnsongrass. *Weed Science* 24, 88–91.
- Meazza, G., Scheffler, B.E., Tellez, M.R., Rimando, A.M., Romagni, J.G., Duke, S.O., Nanayakkara, D., Khan, I.A., Abourashed, E.A., and Dyan, F.E. (2002). The inhibitory activity of natural products on plant p-hydroxyphenylpyruvate dioxygenase. *Phytochemistry* 60, 281–288.
- Meyer, C.J., Norsworthy, J.K., Stephenson, D.O., Bararpoor, M.T., Landry, R.L., and Woolam, B.C. (2015). Control of Johnsongrass in the Absence of Glyphosate in Midsouth Cotton Production Systems. *Weed Technology* 29, 730-739.
- Mitskas, M.B., Eleftherohorinos, I.G. and Damalas, C.A. (2003). Interference between corn and Johnsongrass (*Sorghum halepense*) from seed or rhizome. *Weed Science* 51, 540–545.
- Modesto, K.A. and Martinez, C.B.R. (2010). Roundup® causes oxidative stress in liver and inhibits acetylcholinesterase in muscle and brain of the fish *Prochilodus lineatus*. *Chemosphere* 78, 294–299.
- Mohammadi, G., Noroozi, N., and Nosratti, I. (2013). An evaluation of Johnson grass (*Sorghum halepense* L.) seed hardness removing methods. *Journal of Agrobiology* 30, 83–88.
- Monadjemi, S., Ter Halle, A., and Richard, C. (2012). Reactivity of cycloxydim toward singlet oxygen in solution and on wax film. *Chemosphere* 89, 269–273.
- Monaghan, N. (1979). The biology of Johnsongrass (*Sorghum halepense*). *Weed Research* 19, 261–267.
- Monks, C.D., Vencill, W.K., Hatton, J.P., McFarland, M.L., and Delaney, D.P. (1998). Johnsongrass response to postemergence herbicides applied the previous year. *Journal of Production Agriculture* 11, 507-509.
- Monti, A., Zanetti, F., Scordia, D., Testa, G., and Cosentino, S.L. (2015). What to harvest when? Autumn, winter, annual and biennial harvesting of giant reed, miscanthus and switchgrass in northern and southern Mediterranean area. *Industrial Crops and Products* 75, 129–134.

- Morrell, P.L., Williams-Coplin, D., Bowers, J.E., Chandler, J.M., and Paterson, A.H. (2005). Crop-to-weed introgression has impacted allelic composition of johnsongrass populations with and without recent exposure to cultivated sorghum. *Molecular Ecology* 14, 2143-2154.
- Mouftah, S.P. and Smith, J.D. (1969). Cytological studies on the origin of Johnsongrass. *Canadian Journal of Genetics and Cytology* 11, 25–29.
- Nalewaja, J.D. (1999). Cultural practices for weed resistance management. *Weed Technology* 13, 643–646.
- Negre, M., Gennari, M., Cignetti, A., and Zanini, E. (1988). Degradation of fluazifop-p-butyl in soil and aqueous systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 36, 1319–1322.
- Nellis, D.W. (1997). *Poisonous plants and animals of Florida and the Caribbean*. Pineapple Press, Florida
- Nicollier, G.F., Pope, D.F., and Thompson, A.C. (1983). Biological activity of dhurrin and other compounds from Johnson grass (*Sorghum halepense*). *Journal Agricultural and Food Chemistry* 31, 744–748.
- Norsworthy, J.K., Ward, S.M., Shaw, D.R., Llewellyn, R.S., Nichols, R.L., Webster, T.M., Bradley, K.W., Frisvold, G., Powles, S.B., and Burgos, N.R. (2012). Reducing the risks of herbicide resistance: best management practices and recommendations. *Weed Science* 60, 31–62.
- Nosratti, I., Alizadeh, H.M., and Rasoolzadeh, S. (2007). Control of Johnsongrass (*Sorghum halepense*) with nicosulfuron in maize at different planting patterns. *Journal of Agronomy* 6, 444–448.
- Pannacci, E., Onofri, A., and Covarelli, G. (2006). Biological activity, availability and duration of phytotoxicity for imazamox in four different soils of central Italy. *Weed Rescue* 46, 243–250.
- Peerzada, A.M., Ali, H.H., Hanif, Z., Bajwa, A.A., Kebaso, L., Frimpong, D., Iqbal, N., Namubiru, H., Hashim, S., Rasool, G., Manalil, S., van der Meulen, A., and

- Chauhan, B.S. (2017). Eco-biology, impact, and management of *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Biological Invasions* 1-19.
- Pfenning, M., Palfay, G., and Guillet, T. (2008). The CLEARFIELD technology – A new broad-spectrum post-emergence weed control system for European sunflower growers. *Journal of Plant Diseases and Protection* 649–653.
- Pinna M.V., Baronti S., Miglietta F. and Pusino A. (2016). Photooxidation of foramsulfuron: Effects of char substances. *Journal of Photochemistry and Photobiology A Chemistry* 326, 16–20.
- Podrug, A., Gadzo, D., Muminovic', S., Grahic', J., Srebrovic', E., and Đikic', M. (2014). Dormancy and germination of Johnsongrass seed (*Sorghum halepense* (L.) Pers.). *Herbologia*. 14,1–10.
- Price, H.J., Hodnett, G.L., Burson, B.L., Dillon, S.L., Stelly, D.M., and Rooney, W.L. (2006). Genotype dependent interspecific hybridization of *Sorghum bicolor*. *Crop Science* 46, 2617–2622.
- Qinghui, M., Hongjuan, H., Liu and Yan., (2009). Chemical compositions and allelopathic potential of volatile oil from *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Acta Phytopylacica Sinica* 36, 277–282.
- Radivojević, L., Gašić, S., Šantrić, L., Umiljendić, J.G., and Marisavljević, D. (2012). Short-time effects of the herbicide nicosulfuron on the biochemical activity of Chernozem soil. *Journal of the Serbian Chemical Society* 77, 845-855.
- Rahimi, S., Mashhadi, H.R., Banadaky, M.D., and Mesgaran, M.B. (2016). Variation in weed seed fate fed to different holstein cattle groups. *Plos One* 11, e0154057.
- Ray, T.B. (1984). Site of action of chlorsulfuron. *Plant Physiology* 75, 827-831.
- Roberts, T. (1998). *Metabolic pathways of agrochemicals, part one, herbicides and plant growth regulators*. The Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- Roberts T.R., Hutson D.H., Philip W.L., Lee P.W. and Plimmer J.R. (1998). *Metabolic Pathways of Agrochemicals, Part 1: Herbicides and Plant Growth Regulators*. The Royal Society of Chemistry, United Kingdom.

- Rout, M.E., Chrzanowski, T.H., Smith, W.K., and Gough, L. (2013). Ecological impacts of the invasive grass *Sorghum halepense* on native tallgrass prairie. *Biological Invasions* 15, 327–339.
- Sakaliene, O., Papiernik, S.K., Koskinen, W.C., and Spokas, K.A. (2007). Sorption and predicted mobility of herbicides in Baltic soils. *Journal of Environmental Science and Health. Part. B, Pesticides, Food Contaminants and Agricultural Wastes* 42, 641–647.
- Sala, C.A., Bulos, M., Altieri, E., and Weston, B. (2012). Response to imazapyr and dominance relationships of two imidazolinone-tolerant alleles at the *Ahas11* locus of sunflower. *Theoretical and Applied Genetics* 124, 385–396.
- Sarmah, A.K. and Sabadie, J. (2002). Hydrolysis of sulfonylurea herbicides in soils and aqueous solutions: a review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50, 6253–6265.
- Scarabel, L., Panozzo, S., Savoia, W., and Sattin, M. (2014). Target-Site ACCase-Resistant Johnsongrass (*Sorghum halepense*) Selected in Summer Dicot Crops. *Weed Technology* 28, 307–315.
- Schütte, G., Eckerstorfer, M., Rastelli, V., Reichenbecher, W., Restrepo-Vassalli, S., and Ruohonen-Lehto, M. (2017). Herbicide resistance and biodiversity: agronomic and environmental aspects of genetically modified herbicide-resistant plants. *Environmental Sciences Europe* 29, 1–12.
- Scordia, D., Testa, G., Copani, V., Patanè, C., and Cosentino, S.L. (2017). Lignocellulosic biomass production of Mediterranean wild accessions (*Oryzopsis miliacea*, *Cymbopogon hirtus*, *Sorghum halepense* and *Saccharum spontaneum*) in a semi-arid environment. *Field Crops Research* 214, 56–65.
- Séguin, A., Mottier, A., Perron, C., Lebel, J.M., Serpentine, A., and Costil, K. (2017). Sub-lethal effects of a glyphosate-based commercial formulation and adjuvants on juvenile oysters (*Crassostrea gigas*) exposed for 35 days. *Marine Pollution Bulletin* 95, 665–677.

- Sergieva, I.G., Alexieva, V.S., Ivanov, S.V., Moskova, I.I., and Karanov, E.N. (2006). The phenylurea cytokinin 4PU-30 protects maize plants against glyphosate action. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 85, 139–146.
- Silva, E., Batista, S., Viana, P., Antunes, P., Serodio, L., Cardoso, A.T., and Cerejeira, M.J. (2006). Pesticides and nitrates in groundwater from oriziculture areas of the Baixo Sado region (Portugal). *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* 86, 955-972.
- Silva, M.D., Peralba, M.C.R., and Mattos, M.L.T. (2003). Determinação de glifosato e ácido aminometilfosfônico em águas superficiais do arroio Passo do Pilão. *Rev. Ecotoxicol. Meio Ambient* 13, 18–28.
- Smith, A.E. (1987). Persistence studies with the herbicide fluazifop-butyl in saskatchewan soils under laboratory and field conditions. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 39, 150–155.
- Sohrabi, S., Ghanbari, A., Mohassel, M.H.R. and Gharekhloo, J., (2014). Phenological characteristics of the invasive weed *Cucumis melo*. *26th German Conference on weed Biology and Weed Control* 443, 214–217.
- Subhashini, D.V. (2012). Bioherbicidal activity of *Streptomyces* spp isolated from tobacco rhizosphere against certain dicot and monocot weeds. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 82, 1079-1082.
- Székács, A. and Darvas, B. (2012). *Forty years with glyphosate*. In: Hasaneen, Dr. Mohammed Nagib (Ed.), *Herbicides - Properties, Synthesis and Control of Weeds*. InTech, Rijeka, Croatia, pp. 247–285.
- Tang, W., Zhou, F., Chen, J., and Zhou, X. (2014). Resistance to ACCase-inhibiting herbicides in an Asia minor bluegrass (*Polypogon fugax*) population in China. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 108, 16–20.
- Taylorson, R. B. and McWorther, C. G. (1969). Seed dormancy and germination in ecotypes of johnsongrass. *Weed Science* 17, 359-361.

- Tilley, A.M. and Walker, H.L. (2002). Evaluation of *Curvularia intermedia* (*Cochliobolus intermedius*) as a potential microbial herbicide for large crabgrass (*Digitaria sanguinalis*). *Biological Control* 25, 12–21.
- Tomlin, C.D.S. (1997). *The Pesticide Manual*. 11th edn. British Crop Protection Council, Farnham, Surrey, UK.
- Uremis, I., Arslan, M., Uludag, A., and Sangun, M. (2009). Allelopathic potentials of residues of 6 *Brassica* species on johnsongrass [*Sorghum halepense* (L.) Pers.]. *African Journal of Biotechnology* 8, 3497–3501.
- Uva, R.H., Neal, J.C., and DiTomaso, J.M. (1997). *Weeds of the Northeast*. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press.
- Valverde, B.E. and Gressel, J. (2006). Dealing with the evolution and spread of *Sorghum halepense* glyphosate resistance in Argentina. *Consultancy Report to SENASA*, Buenos Aires.
- Vasic, V., Djuric, S., Jafari-Hajnal, T., Orlovic, S., Vasic, S., Poljakovic Pajnik, L., and Galović, V. (2018). The microbiological response of forest soils after application of nicosulfuron, imazamox and cycloxydim. *International Journal of Environmental Science and Technology* 1-8.
- Vega, J., Owen, M., and Pitty, A. (1995). Organisms associated with Johnsongrass [*Sorghum halepense* (L.) Pers.] in Honduras'. *Ceiba* 36, 189–195.
- Vereecken, H. (2005). Mobility and leaching of glyphosate: a review. *Pest Management Science* 61, 1139–1151.
- Vidotto, F., Fogliatto, S., Milan, M., and Ferrero, A. (2016). Weed communities in Italian maize fields as affected by pedo-climatic traits and sowing time. *European Journal of Agronomy* 74, 38–46.
- Wang, X.F., Guan, C.H., Fan, Z.W., and Zhen, H.J. (2011). Application and development of sulfonylurea herbicides. *Agrochemicals* 50, 9-15.
- Warwick, S.I. and Black, L.D. (1983). The biology of Canadian weeds. 61. *Sorghum halepense* (L.) Pers. *Canadian Journal of Plant Science* 63, 997–1014.

- Werle, R., Jhala, A.J., Yerka, M.K., Dille, J.A., and Lindquist, J.L. (2016). Distribution of herbicide-resistant *Shattercane* and *Johnsongrass* populations in *Sorghum* production areas of Nebraska and Northern Kansas. *Agronomy Journal* 108, 321–328.
- Weston, L.A., Harman, R., and Mueller, S. (1989). Allelopathic potential of sorghum-sundangrass hybrid (sudex). *Journal of Chemistry Ecology* 15, 1855–1865.
- Wigfield, Y.Y. and Lanouette, M. (1993). Supercritical fluid extraction of the fortified residues of fluazifop-p-butyl (fusilade-ii) and its major metabolite, fluazifop-p, in onions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 41, 84–88.
- Williams, C.S. and Hayes, R.M. (1984). Johnsongrass (*Sorghum halepense*) competition in soybeans (*Glycine max*). *Weed Science* 32, 498–501.
- Winton-Daniels, K., Frans, R., and McClelland, M. (1990). “Herbicide systems for johnsongrass (*Sorghum halepense*) control in soybeans (*Glycinemax*)”. *Weed Technology* 4, 115–122.
- Woodburn, A. (2000). Glyphosate: production, pricing and use worldwide. *Pest Management Science* 56, 309–312.
- Yazlik, A. and Uremis, I. (2015). The studies on the biology of seeds and rhizomes of Johnsongrass [(*Sorghum halepense* (L.) Pers.)]. *Derim* 32, 11–30.
- Zahoor, F., Malik, M.A., Anser, R., Shehzad, M., Saleem, A., Anser, M., Siddiqui, M.H., Mubeen, K., and Raza, S.H. (2015). Water use efficiency and rain water productivity of wheat under various tillage-glyphosate interactive systems. *Cercetari Agronomice in Moldova* 48, 25–36.
- Zhang, W., Wang, J.J., Zhang, Z.M., and Wang, Y.J. (2006). Adsorption of nicosulfuron on soils and its correlation with soil properties. *Chinese Journal of Pesticide Science* 8, 265–271.